

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
RAFAEL FIGUEIREDO SUASSUNA

DESEQUILÍBRIOS MUSCULARES E LESÕES EM JOGADORES DE FUTEBOL

CURITIBA  
2017

RAFAEL FIGUEIREDO SUASSUNA

DESEQUILÍBRIOS MUSCULARES E LESÕES EM JOGADORES DE FUTEBOL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, Mestrado e Doutorado em Saúde da Criança e do Adolescente, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial ao grau de Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente

Orientação: Profa. Dra. Mônica Nunes Lima  
Cat

Co-orientador: Dr. Oscar Erichsen e Dr.  
Edilson Thiele

CURITIBA

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS/UFPR -  
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE, BIBLIOTECÁRIA: RAQUEL PINHEIRO COSTA  
JORDÃO CRB9/991 COM OS DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

S824 Suassuna, Rafael Figueiredo

Desequilíbrios musculares e lesões em jogadores de futebol /

Rafael Figueiredo Suassuna – Curitiba, 2017.

87 f. : il.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mônica Nunes Lima Cat

Coorientadores: Prof. Dr. Oscar Erichsen; Prof. Dr. Edilson Thiele  
Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saúde  
da Criança e do Adolescente. Setor de Ciências da Saúde.  
Universidade Federal do Paraná.

1. Isocinético. 2. Traumatismo em atletas. 3. Futebol.  
4. Ferimentos e lesões. I. Cat, Mônica Nunes Lima. II. Erichsen, Oscar.  
III. Thiele, Edilson. IV. Programa de Pós-Graduação em Saúde da  
Criança e do Adolescente. Setor de Ciências da Saúde. Universidade  
Federal do Paraná. V. Título.

NLMC: QT 261

## *Parecer*

A Banca Examinadora, instituída pelo colegiado do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO - MESTRADO E DOUTORADO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE, do Setor de Ciências Saúde, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o Mestrando

*Rafael Figueiredo Suassuna*

em relação a sua Dissertação de Mestrado intitulada:

### **"DESEQUILÍBRIOS MUSCULARES E LESÕES EM JOGADORES DE FUTEBOL"**

é de parecer favorável à *Aprovação* do acadêmico, habilitando-o ao título de *Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente*,  
Área de Concentração em *Crescimento e Desenvolvimento*,  
Área Específica *Fisioterapia*

Curitiba, 06 de junho de 2017



Mestrado e Doutorado em  
Saúde da Criança e do  
Adolescente

*Professora Doutora Mônica Nunes Lima Cat*

Professora Associada do Departamento de Pediatria da Universidade Federal do Paraná - UFPR;  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Saúde da Criança e do Adolescente-UFPR  
Presidente da Banca Examinadora.

*Professor Doutor Raul Osiecki*

Professor Adjunto do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná - UFPR; *Primeiro Examinador*.

*Professor Doutor Edilson Forlin*

Professor Adjunto do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal do Paraná - UFPR; *Segundo Examinador*.



## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Fernando e Vanessa, que mesmo de longe não deixaram de me incentivar e me apoiar sempre. Ao meu irmão Rodrigo pelo conhecimento e experiência que me inspiram.*

*À minha avó Lourdes com suas orações e velas salvadoras.*

*À minha esposa Juliana e minha filha Clara que sempre nos momentos difíceis me acalmava e me fazia seguir em frente.*

*À toda minha família e amigos que sempre acreditaram em mim*

*À Deus por me iluminar e mostrar o caminho correto e acima de tudo por nunca me deixar desistir.*

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora Profa. Dra. Mônica Nunes Lima Cat por estar sempre presente. Suas aulas, dicas e opiniões foram sempre importantes em todas as etapas deste trabalho.

Ao Dr. Oscar Erichsen que sempre soube como passar todo o seu conhecimento, com muita paciência e sabedoria e que foi, ao longo dessa jornada, uma peça fundamental para a conclusão deste trabalho.

Ao Dr. Edilson Thiele pela atenção e conhecimento passado durante todo esse período.

Ao Marcio Ravazzani meu amigo e colega de trabalho com quem eu sempre pude contar em todas as horas necessárias.

À todos os profissionais do Clube Atlético Paranaense® que me ajudaram direta ou indiretamente nessa caminhada; médicos, fisioterapeutas, preparadores físicos, massagistas, atletas, enfim, todos que de alguma forma deram sua contribuição as vezes sem saber que o estava fazendo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente pela possibilidade de realização deste trabalho e por fornecer toda a estrutura necessária ao aprendizado. Em especial à coordenadora Profa. Dra. Rosana Marques Pereira por sempre me atender quando se fez necessário.

A todos aqueles que, embora não nomeados, me ajudaram de alguma forma, direta ou indiretamente na realização deste mestrado, deixo meu muito obrigado de coração!!

## EPÍGRAFE

*“No que diz respeito ao desempenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação,  
não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem-feita ou não faz”*

*Autor: Ayrton Senna*

## RESUMO

O futebol é um dos esportes mais populares do mundo e tem como uma de suas características elevada porcentagem de lesões, sendo a maioria em membros inferiores. O objetivo deste estudo foi verificar se existe relação entre desequilíbrios musculares (flexores e extensores do joelho) e lesões musculares em atletas de futebol da categoria sub-20. Os atletas realizaram avaliação isocinética pré-temporada dos flexores e extensores do joelho, tanto em 2010 como 2011 e posteriormente foi feito o acompanhamento das lesões musculares durante as 2 temporadas. Ao todo foram feitas 100 avaliações pré-temporada, porém 34 foram excluídas por não se enquadrarem nos critérios do estudo. Participaram do estudo 53 atletas, onde 13 participaram das 2 temporadas, totalizando 66 avaliações completas. A média de idade dos participantes foi de 17,5 ( $\pm$  1,2) anos, peso 74,2 ( $\pm$  8,5) kg, altura 179,3 ( $\pm$  7,1) cm. Houve relação entre lesão muscular na coxa e desequilíbrio da razão I/Q (não dominante) e ainda aumento na probabilidade de lesão relacionada à pico de torque flexor concêntrico dominante, pico de torque flexor concêntrico dominante à 240°/s e trabalho flexor dominante. Também houve aumento da probabilidade de lesão nos músculos extensores do joelho relacionado à razão I/Q dominante, pico de torque flexor concêntrico dominante, pico de torque flexor excêntrico não dominante e razão mista ou funcional não dominante. Os dados do presente estudo revelaram que existe relação entre lesões musculares na coxa e alterações no desempenho muscular avaliados através da dinamometria isocinética.

Palavras-Chave: Isocinético, desequilíbrios musculares, futebol, lesões.

## **ABSTRACT**

Soccer is one of the most popular sports in the world and has one of its features a high percentage of injuries, the majority in the lower limbs. The aim of this study was to verify whether a relationship exists between muscle imbalances (flexors and extensors of the knee) and muscle injuries incidence in under 20 soccer players. All athletes performed a preseason isokinetic evaluation than the muscle injuries of 2010 and 2011 season was monitored. Altogether, in seasons 2010 and 2011 it was made 100 evaluations, but 34 did not fit inclusion/exclusion study's criteria. Participated of the present study 53 athletes, 13 participated of both seasons, with the amount of 66 complete evaluations included. The mean age of participants was 17.5 ( $\pm$  1.2) years, weight 74.2 ( $\pm$  8.5) kg, height 179.3 ( $\pm$  7.1) cm. There was a relationship between muscle injury at thigh and I/Q ratio imbalance (non-dominant leg) and an increase in the probability of injury related to the dominant concentric flexor peak torque, dominant concentric flexor torque at 240°/s and dominant flexor work. There was also an increased likelihood of knees extensors muscle injury related to the dominant I/Q ratio, dominant concentric flexor peak torque, non-dominant eccentric flexor peak torque and non-dominant mix or functional I/Q ratio. The data from the present study revealed that there is a relationship between muscle injuries at thigh and imbalance in muscle performance at soccer players, evaluated by isokinetic dynamometry.

**Key-words:** Isokinetic, muscle imbalance, soccer, injuries.

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DOS ATLETAS .....53

TABELA 2 – AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA DOS ATLETAS .....54

TABELA 3 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DE LESÕES MUSCULARES NOS ATLETAS .....55



## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1– DESEQUILIBRIO I/Q (ND) E INCIDENCIA DE LESÃO MUSCULAR.	55
GRÁFICO 2 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR E PICO DE TORQUE FLEXOR DOMINANTE .....	56
GRÁFICO 3 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR E PICO DE TORQUE FLEXOR DOMINANTE À 240°/S .....	57
GRÁFICO 4 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR E TRABALHO FLEXOR DOMINANTE.....	58
GRÁFICO 5 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR EM EXTENSORES DO JOELHO DE ACORDO COM O PICO DE TORQUE FLEXOR NO MEMBRO DOMINANTE.....	59
GRÁFICO 6 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR EM EXTENSORES DO JOELHO DE ACORDO COM À RAZÃO I/Q NO MEMBRO DOMINANTE.....	60
GRÁFICO 7 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR EM EXTENSORES DO JOELHO DE ACORDO COM O PICO DE TORQUE EXCENTRICO FLEXOR NO MEMBRO NÃO DOMINANTE .....	60
GRÁFICO 8 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR EM EXTENSORES DO JOELHO DE ACORDO COM A RAZÃO MISTA NO MEMBRO NÃO DOMINANTE.	61

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

%s	– Graus por Segundo
CK	– Creatinaquinase plasmática
D	– Dominante
DP	– Desvio Padrão
FIFA	– <i>Fédération Internationale de Football Association</i>
I/Q	– Razão da força muscular entre isquiotibiais e quadríceps
$I_{con}/Q_{exc}$	– Razão da força muscular entre isquiotibiais (modo concêntrico) e quadríceps (modo excêntrico)
$I_{exc}/Q_{con}$	– Razão da força muscular entre isquiotibiais (modo excêntrico) e quadríceps (modo concêntrico)
IMC	– Índice de Massa Corpórea
J	– Joule
MAX	– Máximo
MIN	– Mínimo
MMII	– Membros inferiores
ND	– Não Dominante
Nm	– Newton metro
PT	– Pico de Torque
W	– Watt
WUSA	– <i>Women's United Soccer Association</i>

## SUMARIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
2.1 ATIVIDADE FÍSICA: LESÕES E FATORES DE RISCO .....	16
2.2 FUTEBOL.....	19
2.2.1 Histórico .....	19
2.2.2 Lesões no Futebol.....	20
2.3 LESÕES MUSCULARES NA COXA.....	24
2.3.1 Epidemiologia.....	24
2.3.2 Reparo da lesão muscular.....	26
2.3.3 Avaliação da lesão muscular.....	27
2.4 AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA .....	29
2.4.1 Histórico .....	29
2.4.2 Objetivos da avaliação isocinética.....	30
2.4.3 Parâmetros ou variáveis isocinéticas .....	31
2.4.4 Indicações e contraindicações .....	32
2.4.5 Realização da avaliação isocinética.....	34
2.5 DESEQUILÍBRIOS MUSCULARES .....	36
2.5.1 Conceito .....	36
2.5.2 Avaliação Isocinética e desequilíbrios musculares.....	37
2.5.3 Lesões e desequilíbrios musculares .....	40
2.6 PREVENÇÃO DE LESÕES NO FUTEBOL.....	43
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>46</b>
3.1 TIPO DE ESTUDO .....	46
3.2 LOCAL E PERÍODO DO ESTUDO .....	46
3.3 POPULAÇÃO FONTE .....	46
3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	46
3.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	47
3.6 POPULAÇÃO DE ESTUDO .....	47
3.7 AMOSTRA.....	47
3.8 HIPÓTESE .....	48
3.9 VARIÁVEIS DE ESTUDO.....	48
3.10 MÉTODOS .....	49
3.10.1 Coleta dos dados dos atletas .....	49

3.10.2 Avaliação Isocinética pré-temporada .....	49
3.10.3 Lesões Musculares durante a temporada .....	50
3.10.4 Desequilíbrios musculares .....	50
3.11 REGISTRO E GERENCIAMENTO DE DADOS .....	51
3.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	51
3.13 ÉTICA EM PESQUISA .....	52
3.14 MONITORIZAÇÃO DA PESQUISA.....	52
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>53</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DOS ATLETAS .....	53
4.2 DESCRIÇÃO DOS DADOS ISOCINÉTICOS .....	53
4.3 LESÕES MUSCULARES .....	54
4.4 DESEQUILÍBRIOS MUSCULARES E LESÕES MUSCULARES .....	55
4.5 DESEQUILÍBRIOS MUSCULARES E LESÕES DOS EXTENSORES DO JOELHO .....	58
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO 1 – TERMO DE APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS DO SETOR DE CIENCIAS DA SAUDE DA UNIVERSIADADE FEDERAL DO PARANÁ .....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>77</b>
<b>APENDICE 1 – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO ATLETA.....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE 3 – TERMO DE ASSENTIMENTO.....</b>	<b>82</b>
<b>PRODUÇÃO ACADÊMICA.....</b>	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O futebol é um dos esportes mais populares do mundo, com mais de 240 milhões de jogadores até o ano 2000. É uma prática intermitente que utiliza caminhada, corridas lentas, moderadas e rápidas. Envolve dois times de 11 jogadores, cujo objetivo principal é marcar gols e evitar que o outro time faça o mesmo. O jogo consiste em dois tempos de 45 minutos, com 15 minutos de intervalo entre os tempos (WONG; HONG, 2005; CARVALHO; CABRI, 2007; GOULART *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007; ABRAHÃO *et al.*, 2009; PALACIO *et al.*, 2009; ZABKA *et al.*, 2011). Além disso, o futebol é um esporte que se caracteriza por apresentar grande contato físico, movimentos curtos, rápidos e não contínuos, tais como aceleração, desaceleração, mudanças de direção, saltos e pivoteamento (SILVA *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2007). Como esporte, o futebol tem sofrido muitas mudanças nos últimos anos, principalmente em função das exigências físicas perto dos limites máximos de exaustão, com maior predisposição às lesões (COHEN *et al.*, 1997; CARVALHO *et al.*, 2009).

Vários autores têm mostrado que o futebol tem elevada porcentagem de lesões (COHEN *et al.*, 1997; WONG; HONG, 2005; CARVALHO *et al.*, 2009; PALACIO *et al.*, 2009). No campo de futebol são encontradas mais lesões do que no *hockey*, vôlei, *handball*, basquete, *rúgbi*, *cricket*, *badminton*, esgrima, ciclismo, judô, boxe, mergulho e natação. A maioria das lesões ocorre nos membros inferiores, principalmente no tornozelo, coxa e joelho (COHEN *et al.*, 1997; WONG; HONG, 2005; FONSECA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007; PALACIO *et al.*, 2009; BARROSO; THIELE, 2011; ASTUR *et al.*, 2014). Estudos epidemiológicos sobre jogadores de futebol identificaram incidência de 10-35 lesões por 1000 horas de jogo, isso equivale a um jogador seriamente machucado por ano (GIZA *et al.*, 2005; PALACIO *et al.*, 2009).

As lesões causadas pelo futebol resultam em redução da capacidade física e perda de tempo produtivo para o jogador (jogos e treinos), além de elevados custos médicos ao clube (COHEN *et al.*, 1997; WONG; HONG, 2005; ZABKA *et al.*, 2011).

As lesões musculares são responsáveis por um terço das moléstias no futebol e podem ser classificadas como diretas ou indiretas, dependendo do mecanismo de trauma. As lesões diretas incluem lacerações e contusões, enquanto entre as indiretas estão as distensões musculares (FERRARI *et al.*, 2005; DIAZ, 2006; PALACIO *et al.*,

2009; BARROSO; THIELE, 2011; ZABKA *et al.*, 2011; ASTUR *et al.*, 2014; POLLOCK *et al.*, 2014). As lacerações são as menos frequentes, enquanto que as contusões e distensões musculares ocorrem em 90% de todos os casos de afecção muscular (DIAZ, 2006 FERNANDES *et al.*, 2011). As lesões musculares acometem principalmente os músculos que passam por duas articulações como o reto femoral (quadríceps), semimembranosos (isquiotibiais) e o gastrocnêmio (DIAZ, 2006; CARVALHO; CABRI, 2007; BARROSO; THIELE, 2011; ASTUR *et al.*, 2014; POLLOCK *et al.*, 2014).

A avaliação da força muscular permite determinar o perfil ou *desempenho* da condição de um atleta, identificando os desequilíbrios musculares de uma forma específica, constituindo-se em parâmetro importante na realização da prática esportiva adequada. Neste sentido a avaliação isocinética tem sido amplamente utilizada nas últimas décadas como método para avaliar a força e o equilíbrio musculares, uma vez que o dinamômetro isocinético fornece dados fidedignos e reproduzíveis (WU *et al.*, 1997; PINTO; ARRUDA, 2001; TERRERI *et al.*, 2001; ZABKA *et al.*, 2011). Alterações nos parâmetros isocinéticos de torque, trabalho e potência estão intimamente relacionados às lesões esportivas e, conseqüentemente, à diminuição do desempenho funcional do atleta. Os principais fatores de risco para ocorrência de lesões no futebol são assimetrias na comparação de um membro com o contralateral e as alterações na razão agonista e antagonista (MAGALHÃES *et al.*, 2001; TERRERI *et al.*, 2001; ASSIS *et al.*, 2005 BITTENCOURT *et al.*, 2005; FONSECA *et al.*, 2007; LEHANCE *et al.*, 2009; ZABKA *et al.*, 2011). Apesar de existir tendência em associar o contato físico com a ocorrência de lesões, existem evidências de que a maioria das lesões no futebol ocorre em ações motoras que não envolvem contato físico, como a corrida, o chute, as trocas de direções e os saltos (GOULART *et al.*, 2008; KIM; LEHANCE *et al.*, 2009; HONG, 2011).

Os dados isocinéticos estimam a probabilidade de um atleta desenvolver lesão muscular por estiramento. Por isso, a comparação entre os membros dominante e não dominante e entre músculos agonistas e antagonistas são de extrema importância para a determinação do risco de lesão por distensão muscular. Nas relações bilaterais, diferenças acima de 10 a 15% são consideradas como predisponentes para a lesão muscular. Nas relações unilaterais de equilíbrio muscular, os isquiotibiais devem ter em torno de 60% da força do quadríceps (razão I:Q) nas velocidades baixas (60°/s – 180°/s), se elevando para 80-100% nas



velocidades mais altas (300°/s – 450°/s) (AAGARD *et al.*, 1998; GONÇALVES, 2000; TERRERI *et al.*, 2001; CROISIER *et al.*, 2008; ZABKA *et al.*, 2011; CAMARDA; DENADAI, 2012; SARAGIOTTO *et al.*, 2016)

A avaliação isocinética permite a descrição de dados normativos que podem ser úteis na prevenção, treinamento e reabilitação de atletas (PREIS *et al.*, 2011; ZABKA *et al.*, 2011; BENCK *et al.*, 2016). Esta avaliação torna-se cada vez mais necessária no esporte de alto rendimento, uma vez que permite identificar e quantificar o desempenho e o equilíbrio musculares de atletas. Além disso, possibilita o planejamento de treinamentos específicos e funcionais dos membros inferiores, além de elucidar as deficiências específicas da função muscular de forma a poder eliminá-las ou minimizá-las, permitindo a elaboração de programas de prevenção, com o objetivo de diminuir a incidência de lesões musculares (ZABKA *et al.*, 2011).

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as alterações no desempenho muscular dos flexores e extensores do joelho e a incidência de lesões nesses músculos em jogadores de futebol sub-20.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Estimar a incidência de lesões na categoria sub-20
- b) Estudar as variáveis pico de torque, trabalho, potência e I:Q (convencional e mista) e sua associação com as lesões musculares.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ATIVIDADE FÍSICA: LESÕES E FATORES DE RISCO

Nas últimas décadas o número de praticantes de atividades esportivas ao redor do mundo tem aumentado progressivamente. Grande parte desse aumento ocorre em função da ampla divulgação pelos meios de comunicação dos benefícios para a saúde resultantes da prática de exercícios regulares, que proporcionam melhoria de qualidade de vida e redução do risco de inúmeras doenças (ASTUR *et al.*, 2014).

O incentivo à prática do esporte atrai cada vez mais adeptos aos esportes, porém estudos apontam aumento do índice de lesões osteomioarticulares, bem como a intensidade e frequência da dor advindas, sobretudo, de práticas amadoras e de contato (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Anualmente, nos Estados Unidos, o número de lesões provenientes da execução de atividades físicas varia entre 17 a 20 milhões. Enquanto há alguma preocupação acerca da segurança de exercícios físicos com efeitos sobre o sistema cardiovascular, não há quase cautela referente às lesões dos sistemas musculoesquelético e tegumentar durante a prática de vários tipos de esporte e atividades físicas como corridas, treinamentos e exercícios localizados, os quais podem precipitar a ocorrência de lesões (SIMÕES, 2005; ASTUR *et al.*, 2014).

Estudos com corredores tem reportado que a prevalência e a incidência de lesões nessa população variam de 19 a 92% ou 6,8 a 59 lesões para cada 1000 horas de exposição a corrida. Saragiotto *et al.* (2016) observaram, ainda, que a prevalência de dor de origem musculoesquelética, em corredores de rua, momentos antes da participação de uma prova de corrida foi de 25%. Já os estudos feitos com atletas de ginástica artística indicaram que essa é a segunda modalidade com maior risco de lesão, com taxa de 6,2 lesões por 1000 horas de exposição, determinando mais de sete dias de restrição da atividade. Ginastas do sexo feminino tem maior incidência de lesões nos membros inferiores e nos aparelhos de solo e trave (BENCK *et al.*, 2016).

É difícil definir corretamente o termo lesão e, por isso, há grande interesse no estudo das lesões por parte de vários grupos de pesquisa. A investigação na área do esporte e lazer, atualmente, tenta chegar a um consenso sobre as lesões nos

esportes. Porém, para alguns autores, lesões nos esportes ou lesões desportivas não existem, mas apenas lesões, algumas das quais ocorrem em consequência da atividade desportiva. Entretanto, não há como negar que o conhecimento gerado pela pesquisa sobre esse assunto já tem possibilitado uma atuação do profissional de modo a prevenir danos aos atletas e não-atletas, enfim, quaisquer praticantes das variadas formas de atividade física, mesmo havendo muita divergência quanto ao entendimento das lesões desportivas (SIMÕES, 2005). Abrahão *et al.* (2005), em seu estudo, definiram lesão como qualquer dor ou afecção musculoesquelética resultante de treinamentos e competições esportivas, suficiente para causar alterações no treinamento normal, seja na forma, duração, intensidade ou frequência. Segundo os autores, a ocorrência de lesões desportivas, possivelmente, é o resultado de exercícios realizados de maneira extenuante e, ainda inadvertida ou inapropriada, sendo subestimadas a prevalência e incidência destes episódios devido à ausência de notificação em todo o universo esportivo, seja na iniciação das modalidades ou em altos níveis de *desempenho*.

A prática de esportes competitivos tem sido iniciada cada vez mais precocemente, ao passo que a exigência por bons resultados se tornou cada vez mais intensa. Isso gera excesso de treinamentos que causa lesões por sobrecarga nos ossos e tendões, como fraturas por estresse e ruptura de ligamentos. O número de lesões nos joelhos em crianças e, principalmente adolescentes, aumentou em virtude desses fatores e são cada vez mais comuns lesões de ligamentos e meniscos em jovens (SILVA *et al.*, 2007).

Um levantamento realizado pela Secretaria de Estado e Saúde de São Paulo, em conjunto com o Celafiscs (entidade especializada em estudos da área de atividade física) em 11 regiões da capital paulista indicou que mais de 76% dos adolescentes do estado de São Paulo com idade entre 14 e 18 anos praticam esportes rotineiramente. Este aumento no número de jovens praticando alguma modalidade esportiva aumenta consequentemente os casos de lesões, até porque o mesmo estudo registrou que 51,5% dos adolescentes não recebem orientações de profissionais, aumentando o risco (SILVA *et al.*, 2007).

Existem vários fatores de risco que podem predispor os jovens à lesões nos esportes, mesmo antes que o mecanismo de lesão se inicie. Alguns autores identificam como fatores de risco aspectos tanto intrínsecos quanto extrínsecos ao indivíduo. Desse modo, idade, sexo, estatura, composição corporal, nível de aptidão

física, período de tratamento da lesão, questões nutricionais e características psicológicas e sociais constituem fatores intrínsecos. Consideram-se extrínsecos o planejamento, periodicidade e intensidade da atividade física, condições atmosféricas e equipamentos (acessórios, calçados e vestuário) usados durante a execução da atividade física, tipo de modalidade desportiva, local de treino e instalações desportivas (GONÇALVES, 2000; SIMÕES, 2005; EMERY; TYREMAN, 2009). Fonseca *et al.* (2007), em um estudo sobre caracterização do desempenho muscular em jogadores de futebol, destacaram como principal fator de risco intrínseco preditivo de lesão a alteração do desempenho muscular, que pode ser caracterizada pela capacidade dos músculos de produzirem torque, trabalho, potência e resistência.

Segundo Emery e Tyreman (2009), ao estudarem lesões, fatores de risco e maneiras seguras da prática do esporte em atletas universitários de Calgary (Itália), observaram que os esportes que mais lesionaram os atletas foram o basquete (14%), o futebol (12%), o *hockey* (8,6%), o *snowboarding* (7,1%) e o ciclismo (6,2%). Os tornozelos e os joelhos foram os mais acometidos (15,7%), seguidos pelos punhos, cabeça e mãos (7,51%). As lesões mais comuns foram as lesões ligamentares (entorses – 23,9%), fraturas (16,0%) e os estiramentos musculares (14,7%). Arena e Carazzato (2007) avaliaram 323 atletas jovens de três esportes distintos - basquetebol, *futsal* e voleibol, para verificar a incidência de lesões em tais modalidades. Dos avaliados, 197 apresentaram algum tipo de lesão, gerando 1,7 lesão/atleta/ano. A maioria das lesões ocorreu nos treinamentos, quando comparados com às competições. O voleibol foi o esporte que, proporcionalmente, apresentou o maior número de lesões no ano de 2002.

Benck *et al.* (2016) observaram elevada taxa de lesões em ginastas de 8 a 13 anos. De 69 participantes de um estudo, 57,5% apresentam alguma lesão durante a vida esportiva e a maioria ocorreu nos membros inferiores, joelho, tornozelo e punho

## 2.2 FUTEBOL

### 2.2.1 Histórico

Vários jogos podem ser considerados precursores do futebol, tais como o *Kema-ri* (Japão antigo) e *Epyskiros* (Grécia e Roma 100 a.C). Porém, o que mais se aproxima de seu formato atual é o *Gioco Del Calcio* (Itália Medieval), que posteriormente foi organizado e sistematizado na Inglaterra. A prática desse esporte passou a ser um espetáculo, tornando-se o entretenimento mais rentável do mundo, sendo que a FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*) congrega 186 países e 200 milhões de praticantes (ZANUTO *et al.*, 2010).

O futebol, assim como qualquer esporte praticado profissionalmente, segue rígidas normas capitalistas, constituindo-se uma fantástica fábrica de dinheiro. Os jogadores são peças de um carrossel formado por dirigentes de federações, empresários, emissoras de televisão e patrocinadores. Eles se dedicam ao máximo em busca de um resultado positivo, pois quanto mais um time vence, mais dinheiro todos ganham. Essa mentalidade tem transformado as partidas de futebol em verdadeiras guerras, onde os jogadores ficam permanentemente expostos ao risco de terem lesões, uma vez que o contato físico entre os atletas é maior, a fadiga muscular proveniente de um calendário repleto de partidas é cada vez mais presente nos indivíduos e, por vezes, a preparação física é inadequada (PINTO; ARRUDA, 2001).

O futebol é o esporte mais difundido na maioria dos países, especialmente nos latino-americanos e europeus (WONG; HONG, 2005; CABRI, 2007; GOULART *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007; ABRAHÃO *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2009). É considerado o esporte mais popular do mundo, com participantes em todas as faixas etárias e em diferentes níveis, tendo centenas de milhões de pessoas no mundo ansiosas para jogá-lo (MASUDA, 2003; WONG; HONG, 2005; CARVALHO; CABRI, 2007; GOULART *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007). Dentre as formas para melhora do desempenho no futebol, a prática do chute é o primeiro passo. O chute é a habilidade mais fundamental e utilizada no futebol e seu movimento consiste em algumas etapas que ocasionam a aceleração e desaceleração da extremidade inferior (MASUDA, 2003). É um esporte que se caracteriza pelo contato físico, movimentos curtos, rápidos e não contínuos, tais como aceleração, desaceleração, mudanças de direção,

saltos e pivoteamento (SILVA *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2007). Como esporte, o futebol tem sofrido muitas mudanças nos últimos anos, principalmente em função das exigências físicas perto dos limites máximos de exaustão, com maior predisposição às lesões (COHEN *et al.*, 1997; WONG; HONG, 2005; CARVALHO *et al.*, 2009). Goulart *et al.* (2007) foram mais além e relataram que em uma partida de futebol, a cada 90 segundos, em média, é realizado um tiro em velocidade com dois a quatro segundos de duração. Além disso, sabe-se que ao longo do jogo são realizadas aproximadamente 50 mudanças de direção, que, por sua vez, exigem contrações vigorosas para a manutenção do equilíbrio e controle da bola. Essas informações ressaltam a importância da força e potência musculares para o desempenho do futebol (GOULART *et al.*, 2007).

### 2.2.2 Lesões no Futebol

Estudos epidemiológicos sobre jogadores de futebol identificaram uma incidência de 10-35 lesões por 1000 horas de jogo, isso equivale a um jogador seriamente machucado por ano (GIZA *et al.*, 2005). Existem aproximadamente 200 milhões de atletas do futebol licenciados e estima-se que exista o mesmo número de jogadores não licenciados, e por isso uma das modalidades com maior índice de lesões dentre os esportes coletivos. Fatos comprovam uma transformação do estilo clássico (futebol-arte) para o estilo atual (futebol-força), no qual os atacantes sofrem marcações mais intensas e por vezes violentas (SILVA *et al.*, 2007).

A frequência e a gravidade das lesões vêm crescendo nos esportes em geral, e no futebol em particular, constituindo-se em uma preocupação central dos vários meios esportivos. A frequência de lesões no futebol é resultado da sua elevada popularidade, mas também do tipo de esforço e ações específicas, como o carrinho, o corte e o chute. Outro fator que contribui para isso é o contato físico constante entre os jogadores (GONÇALVES, 2000).

A evolução médico-tecnológica ocorrida nas últimas décadas teve impacto no futebol, com importante avanço na preparação física dos atletas e consequentemente exigência de máximo desempenho (ABRAHÃO *et al.*, 2009). No Brasil tem sido difícil atingir o ponto de equilíbrio entre preparo físico e exigências ao atleta. Por outro lado, o avanço da medicina desportiva leva ao melhor conhecimento da fisiologia do esforço



e permite elaboração de protocolos específicos para cada atleta, de acordo com suas características. Porém, o futebol, atualmente, com seu elevado número de jogos e treinamentos, deixa os atletas expostos a quantidade significativa de lesões musculares e osteoarticulares (COHEN *et al.*, 1997).

O futebol sofreu mudanças com o passar dos tempos e houve substituição da técnica pelos componentes físicos e táticos. Como consequência desse novo estilo, os choques são cada vez mais frequentes, aumentando o risco de contusões e lesões articulares. No mesmo sentido, a exigência cada vez maior da capacidade física aumenta o risco de lesões musculares, seja pelo excesso de treinos e jogos, ou por movimentos bruscos em curto intervalo de tempo. O comprometimento traumático agudo do sistema locomotor é o principal fator desencadeante de dor e limitação de movimento e, muitas vezes, incapacidade parcial ou total do atleta (ABRAHÃO *et al.*, 2009). Alguns autores afirmam que o futebol é o esporte responsável pelo maior número de lesões desportivas no mundo. Estima-se que seja responsável por 50 a 60% das lesões esportivas na Europa e que 3,5 a 10% dos traumas físicos tratados em hospitais europeus são causados por esse esporte (SILVA *et al.*, 2005; FONSECA *et al.*, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2007). As lesões são responsáveis por alto índice de afastamento de jogos e treinamentos, o que resulta em prejuízos econômicos tanto para os atletas como para os clubes (FONSECA *et al.*, 2007). Além dos prejuízos econômicos, a redução do desempenho esportiva é também uma consequência dessas lesões e do afastamento resultante das mesmas. Há relatos ainda de alta recorrência das lesões do futebol, o que resulta em maiores períodos de afastamento e queda do desempenho ainda mais acentuada (FONSECA *et al.*, 2007). O desenvolvimento do futebol somado à elevada incidência de lesões tem sido alvo de estudo dos profissionais da área da saúde. Médicos, fisioterapeutas, fisiologistas, nutricionistas, psicólogos e educadores físicos devem compreender a incidência, fatores de risco e mecanismos das lesões para compreender suas causas (CARVALHO *et al.*, 2009).

Muitos estudos analisaram a incidência de lesões e seus fatores de risco em adultos praticantes de futebol, porém a maioria desses autores investigou um determinado time por um determinado período e pouca atenção se deu aos atletas jovens. A idade dos atletas tem sido um fator importante nos estudos de exposição à fatores de risco de lesões de futebol. Segundo alguns autores, atletas adultos apresentam número maior de lesões do que atletas jovens. A incidência de lesões

aumenta com a idade e, atletas com idade entre 16 e 18 anos, apresentam incidência de lesões similar a atletas adultos. Em torneios internacionais, muitos times participam e é mais difícil conseguir dados confiáveis sobre a incidência, ocorrência e característica da lesão (JUNGE *et al.*, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2007; LEHANCE *et al.*, 2009).

Devido à sua alta demanda, os membros inferiores (MMII) são os mais propensos à lesões no futebol (72,2%) (COHEN *et al.*, 1997; FONSECA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007). Agel *et al.* (2007) relataram que pelo menos 2/3 das lesões, sejam elas em jogos ou treinamentos, acontecem nos membros inferiores, seguidos pela cabeça e o pescoço, nos jogos e no tronco e coluna, nos treinos. Cohen *et al.* (1997) encontraram predomínio das lesões em coxa (34,5%), tornozelo (17,6%) e joelho (11,8%), assim como outros autores (FONSECA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007). Segundo Zanuto *et al.* (2010), 85% das lesões em jogadores de futebol amadores são nos MMII, destes 38% são na coxa e 24% no tornozelo. Em um estudo nos principais torneios da FIFA e Jogos Olímpicos entre 1998-2001, Junge *et al.* (2004) encontraram maior incidência no tornozelo (18%), seguido pela coxa (16%), sendo os MMII os mais acometidos também. Ribeiro *et al.* (2007) verificaram, no seu estudo, que as partes do corpo mais lesadas foram predominantemente a coxa (34,7%), tornozelo (17%) e joelho (17%), mas lesões de extremidade superior, incluindo o ombro (10,4%), perna (6,7%) e tronco (6,7%) também foram frequentes. As lesões de quadril/pélvis (4,7%) e de cabeça, face e pescoço (2%) foram menos comuns. Carvalho *et al.* (2009), em seu estudo sobre incidência de lesões em jogadores de futebol de campo na categoria de formação, observaram que as lesões que mais ocorreram foram a entorse do tornozelo (59 casos), trauma do joelho (51 casos), lesão muscular (39 casos), trauma do pé (33 casos), trauma no tornozelo (31 casos), fratura (18 casos), entorse do joelho (11 casos), seguidos de osteocondrite, tendinopatia, pubalgia e fratura por estresse, que ocorreram com menos frequência. Abrahão *et al.* (2009) verificaram que a lesão mais frequente foi no tornozelo, com 40%, seguido pelo pé, com 16%. No futebol feminino as partes do corpo mais atingidas durante os campeonatos de 2001-2002, organizados pela WUSA, foram o joelho (31,8%), seguidos pela cabeça (10,4%), tornozelo (9,3%) e pé (9,3%). Nesse campeonato 60% das lesões foram nos membros inferiores. Dessas lesões 82% foram agudas, 16% crônicas, 0,6% lesões crônicas agudizadas e 1,4% não foram determinadas (GIZA *et al.*, 2005).

Com relação ao diagnóstico das lesões, na maioria dos estudos as contusões, estiramentos musculares e as entorses foram os mais diagnosticados; já as fraturas, luxações, concussões foram os menos frequentes (COHEN *et al.*, 1997; JUNGE *et al.*, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2007; ZANUTO *et al.*, 2010). Ribeiro *et al.* (2007), em seu estudo sobre prevalência de lesões em jovens jogadores de futebol, observaram maior ocorrência de lesões como lombalgia/cervicalgia e tendinopatias em jogadores da categoria infantil e de entorses e luxações/subluxações na categoria juvenil. Agel *et al.* (2007), em seu estudo epidemiológico, com acompanhamento de 15 anos, verificaram que durante os jogos as lesões que mais ocorreram foram as entorses de tornozelo e os “desarranjos internos do joelho” (28%), seguidos pelas concussões (5,8%). Já nos treinamentos, as entorses do tornozelo e as lesões musculares de coxa (quadríceps e isquiotibiais) totalizaram 34% e as concussões 1,8%. Houve recorrência nas entorses do tornozelo em 24% de todos os casos, não sendo diferenciado o tipo de entorse (inversão ou eversão).

Grande parte das lesões ocorridas nos jogos foram resultantes de contato com outro atleta, enquanto que a maioria das lesões nos treinamentos tiveram um mecanismo de lesão que não envolvia contato direto com a parte do corpo relacionada. As outras lesões resultantes de contato foram, na sua grande maioria, devido ao contato com a superfície do jogo ou treino. Aproximadamente 16% de todas as lesões em jogos estão associadas com tentativa ou recepção de um “carrinho” (AGEL *et al.*, 2007).

Tanto as práticas competitivas, como o treinamento no futebol, apresentam altas taxas de incidência de lesões e alto percentual de atletas lesionados, principalmente nos membros inferiores (GOULART *et al.*, 2008). Autores discordam com relação à situação em que ocorreu a lesão, se foi no treino, ou em jogos/competições (AGEL *et al.*, 2007; ARENA; CARAZZATO, 2007). Segundo Agel *et al.* (2007) a maioria das lesões ocorreu nos jogos quando comparados com os treinamentos, com risco 4 vezes maior. Já Arena e Carazzato (2007), que compararam a incidência de lesões entre basquetebol, *futsal* e voleibol, relataram que a maioria das lesões ocorreram nos treinamentos, quando comparados com às competições. Ainda segundo Agel *et al.* (2007), as lesões no período de pré-temporada são mais frequentes quando comparadas com o período inter e pós-temporada, sendo justificadas pelo fator de risco que o condicionamento baixo, aumento de intensidade, calor e fadiga tem para gerar lesões. Já no seu estudo sobre lesões no futebol

feminino, Giza *et al.* (2005) encontraram número maior de lesões no final de temporada.

Segundo Agel *et al.* (2007) aproximadamente 17% das lesões, em treinos ou jogos, resultam em pelo menos 10 dias de afastamento das atividades esportivas. Os “desarranjos internos do joelho” e as entorses do tornozelo são as principais lesões que causam essa restrição. Já Ribeiro *et al.* (2007) relataram, em seu estudo sobre prevalência de lesões em atletas jovens, que nas lesões dos atletas da categoria infantil 42,2% não necessitaram de afastamento, enquanto na categoria juvenil esta taxa foi de 26,9%. Além disso, o número de lesões que resultaram em afastamento por mais de um mês foi superior na categoria juvenil (10,4%) em relação à categoria infantil (1,7%). Carvalho *et al.* (2009) relacionaram as lesões com o número de atendimentos realizados para tratamento das mesmas. As lesões traumáticas, osteomiotendíneas e as entorses foram as que mais necessitaram de atendimentos, respectivamente. As categorias infantil e júnior foram, respectivamente, as que mais tiveram atendimentos para tratamento das suas lesões.

## 2.3 LESÕES MUSCULARES NA COXA

### 2.3.1 Epidemiologia

A maior parte das lesões musculares ocorre durante atividade desportiva, correspondendo a 10 a 55% de todas as lesões. Os músculos mais comumente afetados são os isquiotibiais, quadríceps e gastrocnêmios, músculos estes biarticulares que estão mais sujeitos às forças de aceleração e desaceleração (BARROSO; THIELE, 2011; ASTUR *et al.*, 2014). Segundo levantamento da Comissão Nacional de Médicos do Futebol da Confederação Brasileira de Futebol, as lesões musculares correspondem a 47% de todas as lesões ocorridas no futebol (BARROSO; THIELE, 2011; ASTUR *et al.*, 2014). Segundo Pollock *et al.* (2014) as lesões musculares correspondem a 48% de todas as lesões dos participantes de *track and field* e 30% de todas as lesões no futebol.

Na prática do futebol é considerado, normalmente, que o grupo muscular do quadríceps possui um papel importante no saltar, rematar e no passar da bola,

enquanto que, os isquiotibiais controlam as atividades de corrida e estabilizam o joelho durante as mudanças de direção ou de desarme do adversário. Estes atuam também para travar a perna por contração excêntrica durante o movimento de arremate e passe de bola, limitando o movimento anterior da perna depois do pé bater na bola. Eles atuam simultaneamente na desaceleração da corrida. Além disso, a sua contribuição para a estabilidade articular do joelho torna-se cada vez mais importante com o aumento da velocidade. Por este motivo são frequentes nos futebolistas as lesões nesse grupo muscular (CARVALHO; CABRI, 2007; LEHANCE *et al.*, 2009).

É importante salientar que o quadríceps é três vezes mais forte que os músculos flexores, isso devido ao fato de precisar lutar contra a gravidade. Entretanto, quando o joelho está em hiperextensão, a ação do quadríceps não é necessária para manter a posição de bipedestação, mas ao se iniciar a menor flexão, ele deve agir energicamente contra a queda pela flexão do joelho. O quadríceps também tem importante papel no ato de saltar, enquanto que os isquiotibiais controlam as atividades de correr e estabilizar, porém eles trabalham mais em grupo do que individualmente (PINTO; ARRUDA, 2001; LEHANCE *et al.*, 2009).

As lesões musculares são muito comuns na prática esportiva, afastando atletas dos treinamentos e competições, sendo estas causadas, principalmente, por contusões ou forças musculares excessivas (FERRARI *et al.*, 2005; DIAZ, 2006; BARROSO; THIELE, 2011; ZABKA *et al.*, 2011; POLLOCK *et al.*, 2014). Segundo diversos autores, a coxa é a região anatômica mais lesionada no futebol (COHEN *et al.* 1997; RIBEIRO *et al.*, 2007; ZANUTO *et al.*, 2010; BARROSO; THIELE, 2011).

Segundo Astur *et al.* (2014) a maioria das lesões musculares ocorre nos membros inferiores (97%), 30% no quadríceps, 28% nos adutores da coxa e 21% no tríceps sural. As lesões ocorrem mais comumente na fase excêntrica do movimento (62%) e na maior parte das vezes acomete a junção miotendínea (53%) e o corpo muscular (45%).

As causas são multifatoriais e há alguns fatores de risco como idade, lesão muscular pregressa da mesma região, etnia, sobrecarga, desequilíbrio de forças e alteração na capacidade de alongamento do grupamento muscular em questão (ASTUR *et al.*, 2014).

Em um estudo com jogadores de futebol verificou-se uma média de 5 a 6 estiramentos do músculo isquiotibial por clube por temporada na Inglaterra e na Austrália, resultando em 90 dias e 15 a 21 partidas perdidas por clube por temporada

em média. Por outro lado, o índice de novo estiramento do músculo isquiotibial foi de 12% a 31%, sendo resultado do retorno precoce ao esporte ou da reabilitação incompleta (CROISIER *et al.*, 2008).

A força muscular do quadríceps e isquiotibiais, os principais músculos da coxa, têm sido amplamente estudadas nos últimos 10 anos com o advento de instrumentos precisos e objetivos de medida isocinética (ZOUITA *et al.*, 2007).

As lesões na coxa podem ser causadas por contusões, estiramentos ou lacerações. Mais de 90% de todas as lesões relacionadas ao esporte são por contusão ou estiramento. Já as lacerações musculares são as menos frequentes no esporte (DIAZ, 2006; FERNANDES *et al.*, 2011; ZABKA *et al.*, 2011).

A força tênsil exercida sobre o músculo leva ao estiramento excessivo das miofibrilas e, conseqüentemente, à ruptura próxima a junção miotendínea. Os estiramentos musculares são tipicamente observados nos músculos superficiais que trabalham cruzando duas articulações, como os músculos reto femoral, semitendíneo e gastrocnêmio (DIAZ, 2006; BARROSO; THIELE, 2011; FERNANDES *et al.*, 2011).

### 2.3.2 Reparo da lesão muscular

O que distingue a cicatrização da lesão muscular da cicatrização óssea é que no músculo ocorre um processo de reparo, enquanto no tecido ósseo ocorre um processo de regeneração. A cicatrização do músculo esquelético segue uma ordem constante, sem alterações importantes conforme a causa (contusão, estiramento ou laceração) (FERNANDES *et al.*, 2011; POLLOCK *et al.*, 2014).

Três fases foram identificadas neste processo: destruição, reparo e remodelação. As duas últimas fases (reparo e remodelação) se sobrepõem e estão intimamente relacionadas (BARROSO; THIELE, 2011; FERNANDES *et al.*, 2011; POLLOCK *et al.*, 2014). A fase de destruição é caracterizada pela ruptura e necrose das fibras musculares, que se segue à formação de um hematoma entre os cotos musculares rompidos e a reação de células inflamatórias. Uma vez que a fase de destruição tenha diminuído, a reparação efetiva do musculo lesado inicia-se com dois processos concomitantes: regeneração das fibras musculares interrompidas e formação de uma cicatriz de tecido conjuntivo (BARROSO; THIELE, 2011).



Ferrari *et al.* (2005), em sua revisão sobre lesões musculares, acreditam que o músculo se regenera, e que esse processo se baseia principalmente na plasticidade do sistema musculoesquelético, ou seja, na capacidade adaptativa do músculo frente a um estímulo externo. Ferrari *et al.* (2005) sugerem que o músculo pode responder à lesão tanto com regeneração como formação de fibrose (reparo), tudo dependendo da forma como for tratada ou estimulada.

Existem alguns indicadores indiretos que ajudam a determinar a lesão de um músculo. Entre os indicadores sanguíneos estão a creatinaquinase plasmática (CK), as interleucinas beta 1 e 6, dehidrogenase lactato e transaminase oxalacética glutâmica. Quando os níveis sanguíneos dessas citocinas estão elevados há lesão muscular aguda, porém não existe relação quantitativa entre esses marcadores e a lesão. Os indicadores de desempenho muscular são a sensibilidade dolorosa, circunferência do membro, amplitude de movimento e a força isométrica máxima (FERRARI *et al.*, 2005).

### 2.3.3 Avaliação da lesão muscular

As lesões musculares podem ser classificadas de acordo com o tempo, o tipo, a gravidade e o local da lesão. Quanto ao tempo, podem ser classificadas em aguda (menos de três semanas de evolução) ou crônica (BARROSO; THIELE, 2011; ASTUR *et al.*, 2014).

Quanto ao tipo, podem ser classificadas em lesões causadas por fatores extrínsecos ou intrínsecos. Fatores extrínsecos agrupam as lesões que ocorrem por meio de um fator externo; as contusões são o melhor exemplo. Fatores intrínsecos agrupam as disfunções musculares, os estiramentos e as rupturas (BARROSO; THIELE, 2011; ASTUR *et al.*, 2014).

Quanto a gravidade as lesões musculares podem ser classificadas em leve (grau I), quando apresenta poucas fibras lesadas, pequeno edema e desconforto, além de mínima perda de força e movimento; moderada (grau II), com grande lesão muscular e perda de força e severa (grau III), quando há extensa lesão muscular, resultando em perda total da função do músculo (FERRARI *et al.*, 2005; BARROSO; THIELE, 2011).

Pollock *et al.* (2014) sugerem uma nova classificação/gradação das lesões musculares, considerando a extensão, graduado entre 0 e 4, com sufixo a, b ou c para designar a localização da lesão; miofascial, ventre muscular/musculo tendínea ou intratendínea, respectivamente. A lesão com maior número e letra seria caracterizada como mais grave.

A lesão distal de quadríceps é uma lesão pouco comum, ocorrendo mais frequentemente em indivíduos acima de 40 anos. A lesão pode ocorrer por trauma direto, mas classicamente é relatada como uma contração excêntrica forçada em posição de leve flexão do membro inferior na tentativa de se recuperar o equilíbrio em um momento de queda. O diagnóstico é baseado nos achados clínicos. Durante o exame físico o paciente não é capaz de estender ativamente o joelho e por muitas vezes existe um intervalo palpável acima da patela, conhecido como “sinal do sulco” ou *gap test*. Os pacientes são capazes de fletir ativamente o joelho e possuem flexão e extensão passivas totais do joelho (FERNANDES *et al.*, 2011).

Os músculos isquiotibiais são os menos alongados do membro inferior e, por este motivo, mais facilmente lesionados durante a contração muscular excêntrica. A gravidade da lesão é geralmente negligenciada, especialmente na fase aguda (FERNANDES *et al.*, 2011; ASTUR *et al.*, 2014).

O estiramento dos isquiotibiais é a lesão mais comum nos atletas. O diagnóstico da lesão normalmente é realizado a partir de um alto índice de suspeita clínica e exame clínico cuidadoso. A ressonância magnética é valiosa para diferenciar uma lesão completa ou incompleta e para o planejamento do tratamento (FERNANDES *et al.*, 2011). Além de serem muito comuns, as lesões dos músculos isquiotibiais resultam em longo tempo de tratamento e são muito propensas à recorrência. Os atletas podem ter um pequeno desconforto no retorno às atividades atléticas, o que pode representar uma questão complexa para os profissionais da medicina esportiva, assim como para os treinadores (CROISIER *et al.*, 2008).

Os fatores relacionados às lesões por estiramento dos músculos isquiotibiais, segundo Croisier *et al.* (2008), são mais intrínsecos, ou seja, relacionados ao próprio indivíduo do que os extrínsecos, que tem relação direta com o ambiente. Essa lesão é comum durante a rápida extensão do joelho, a qual exige contração excêntrica da musculatura isquiotibial com o intuito de desacelerar o membro inferior, durante a fase tardia de balanço. Também foi sugerido que os músculos isquiotibiais são vulneráveis à lesões durante a rápida mudança da contração excêntrica para concêntrica, quando

esse músculo se torna um extensor do quadril. Durante exercícios intensos, o atleta ultrapassa os limites mecânicos tolerados pelo músculo, sendo o desequilíbrio muscular um fator que pode levar ao estiramento de isquiotibiais (CROISIER *et al.*, 2008).

A ruptura completa dos músculos isquiotibiais, proximalmente à sua origem, é rara. A condução do caso varia entre o tratamento conservador com um imobilizador em flexão ou o reparo cirúrgico em um segundo momento. Embora o reparo cirúrgico em um segundo tempo possa apresentar bons resultados, o reparo precoce permite reabilitação funcional mais rápida e evita o sintoma neurológico potencial de ciática glútea (FERNANDES *et al.*, 2011).

## 2.4 AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA

### 2.4.1 Histórico

A avaliação isocinética tem sido utilizada nas últimas três décadas como método para se determinar o padrão funcional da força e do equilíbrio muscular. Embora o termo isocinético tenha sido já definido em 1967, seu uso tornou-se mais expressivo nas últimas duas décadas. Em 1967, Hislop e Perline introduziram na literatura o conceito e os princípios dos exercícios isocinéticos desenvolvido por James Perrine. A partir desse momento foram desenvolvidos aparelhos que permitem a determinação dos momentos articulares, tendo como característica principal a manutenção de velocidade angular constante na articulação avaliada para qualquer nível de força exercido. Esses aparelhos foram chamados de Dinamômetros Isocinéticos (WU *et al.*, 1997; PINTO; ARRUDA, 2001; ZABKA *et al.*, 2011; SARAGIOTTO *et al.*, 2016).

A experiência tem sido crescente nos últimos 10 anos (LE GALL *et al.*, 1999; TERRERI *et al.*, 2001). A avaliação da força muscular com recurso do dinamômetro isocinético tem sido largamente divulgada e utilizada no diagnóstico de disfunções neuromusculoesqueléticas (desequilíbrios musculares entre o membro dominante e não dominante e agonistas e antagonistas) e também na reabilitação, no treino e na

investigação, como indicador da função e desempenho de certos grupos musculares (CARVALHO; CABRI, 2007; ZABKA *et al.*, 2011; BENCK *et al.*, 2016).

Quando comparados os três tipos de contração muscular - isométrico, isotônico e isocinético verifica-se que o último é mais eficiente. É verdade que, em geral, tanto os exercícios isométricos quanto os isotônicos produzem aumento de força muscular, mas os exercícios isocinéticos combinam as melhores características de ambos, proporcionando sobrecarga muscular em uma velocidade pré-estabelecida enquanto o músculo mobiliza sua capacidade máxima geradora de força através de toda a amplitude de movimento (PINTO; ARRUDA, 2001).

#### 2.4.2 Objetivos da avaliação isocinética

A força muscular é avaliada, sobretudo, para determinar o perfil da condição muscular de um indivíduo, quantificar a importância e o significado relativo da força nas diferentes atividades esportivas, identificar as deficiências específicas da função muscular de forma a poder eliminá-las ou minimizá-las e para avaliar a eficácia e os efeitos dos vários programas de treino e intervenções ao nível de reabilitação, tendo em conta objetivos previamente estabelecidos (CARVALHO; CABRI, 2007; BENCK *et al.*, 2016; SARAGIOTTO *et al.*, 2016).

Sempre houve a preocupação em se determinar a real capacidade muscular, quanto a sua capacidade de força, trabalho, potência, resistência e desequilíbrios. Diante de uma atividade esportiva tão importante como o futebol, esta necessidade é maior. Por isso, diferentes formas de avaliação foram criadas, a fim de quantificar a força gerada por determinado grupo muscular nas diferentes modalidades de exercícios, sabendo-se hoje que a mais completa e segura é a avaliação muscular isocinética computadorizada (PINTO; ARRUDA, 2001; ZABKA *et al.*, 2011).

Os parâmetros associados ao desempenho muscular que tem impacto na incidência de lesões no futebol podem ser avaliados com a utilização da dinamometria isocinética. Na área esportiva, esse instrumento tem sido utilizado para avaliação de atletas de alto nível, tanto na pesquisa quanto na prática clínica, por fornecer dados precisos e reproduzíveis a respeito do desempenho muscular desses indivíduos (CARVALHO; CABRI, 2007; FONSECA *et al.*, 2007; LEHANCE *et al.*, 2009; ZABKA *et al.*, 2011; SARAGIOTTO *et al.*, 2016).

### 2.4.3 Parâmetros ou variáveis isocinéticas

O aparelho isocinético é um dinamômetro eletromecânico com sistema servomotor, totalmente computadorizado. O indivíduo realiza um esforço máximo ou submáximo que se acomoda à resistência do aparelho. Este se caracteriza por possuir velocidade angular constante, permitindo realizar movimento na sua amplitude articular. A força exercida pelos grupos musculares varia durante o arco de movimento, devido ao seu braço de alavanca que se altera conforme a amplitude do movimento. A resistência oferecida também é variável conforme a força realizada em cada ponto da amplitude articular. Mas a velocidade angular é sempre constante, em graus por segundo ( $^{\circ}/s$ ), definida previamente pelo examinador (PINTO; ARRUDA, 2001; TERRERI *et al.*, 2001). Essa característica, inerente aos dinamômetros isocinéticos, permite a sobrecarga de um músculo em 100% de sua capacidade máxima em toda a amplitude do movimento (PINTO; ARRUDA, 2001).

No joelho, assim como em outras articulações, seja para avaliação ou para reabilitação, pode-se utilizar velocidades angulares que variam, normalmente, entre  $30^{\circ}/s$  e  $300^{\circ}/s$  (PINTO; ARRUDA, 2001; TERRERI *et al.*, 2001). Zouita *et al.* (2007), em seu estudo que comparou a força muscular, através da dinamometria isocinética, de jogadores de *handball*, vôlei e futebol, utilizaram velocidades angulares de 60, 80 e  $240^{\circ}/s$ , por serem as mais apropriadas para a avaliação de pico de torque, trabalho e potência, segundo os autores.

Durante a avaliação existem alguns parâmetros de análise que são importantes para o entendimento do avaliador. Tradicionalmente, apenas o pico de torque concêntrico era considerado na hora de avaliar a força muscular isocinética de um determinado grupo muscular. Porém, outras variáveis do desempenho muscular, como o trabalho e a potência, também podem ser medidas e alguns outros podem ainda ser calculados (WU *et al.*, 1997). O pico de torque representa o ponto de maior torque na amplitude de movimento; já o torque ou momento de força representa o resultado da força aplicada pela distância do ponto de aplicação dessa força ao centro de rotação do eixo de movimento. A medida desse parâmetro é em Newton.metro (Nm) e também pode ser expresso em percentual, com o objetivo de comparar grupo de indivíduos. O trabalho, que representa a energia realizada no esforço muscular durante o movimento (produto do torque pelo deslocamento angular), é expresso em

joule (J). Tanto o pico de torque como o trabalho são inversamente proporcionais à velocidade angular, ou seja, os maiores valores de pico de torque e trabalho serão em velocidades angulares menores. A potência é o resultado do trabalho realizado dividido pelo tempo, expresso em watt (W). É diretamente proporcional à velocidade angular. A relação ou razão de equilíbrio agonista/antagonista é a divisão entre o valor do pico de torque do músculo agonista pelo mesmo valor do músculo antagonista, expresso em porcentagem. Também podem ser comparados os membros dominante e não dominante ou os membros esquerdo e direito, a fim de avaliar possíveis desequilíbrios. Mostra-se útil nos indivíduos que tiveram lesão do aparelho locomotor (TERRERI *et al.*, 2001). Goulart *et al.*, (2007) em seu estudo que avaliou a força isocinética dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol sub-20 e os comparou por posição, encontraram valores de pico de torque, trabalho total e potência dos flexores do joelho, inferiores nos zagueiros, quando comparados as outras posições de jogo. Já com relação aos extensores do joelho, os goleiros apresentaram piores valores.

A razão isquiotibial/quadríceps (I/Q) convencional, relação entre agonista e antagonista na articulação do joelho, é avaliada da forma concêntrica, e é calculada pela divisão do torque máximo concêntrico flexor (isquiotibiais) pelo torque máximo concêntrico extensor (quadríceps), em uma determinada velocidade angular. Foi sugerido recentemente que a razão força agonista-antagonista pode ser melhor descrita por uma razão I/Q funcional com a força excêntrica de isquiotibiais e concêntrica de quadríceps ( $I_{exc}/Q_{con}$  representando a extensão do joelho) ou com força concêntrica de isquiotibiais e excêntrica de quadríceps ( $I_{con}/Q_{exc}$  representando a flexão do joelho) (AAGARD *et al.*, 1998; CAMARDA; DENADAI, 2012).

Na avaliação é possível a utilização da contração nas formas concêntrica e/ou excêntrica. Normalmente é realizada a forma concêntrica, por ser mais segura e de fácil compreensão para a execução do atleta (TERRERI *et al.*, 2001).

#### 2.4.4 Indicações e contraindicações

O aparelho isocinético é um recurso valioso, podendo ser indicado tanto para avaliação do equilíbrio funcional, como também para a reabilitação das lesões do aparelho locomotor (TERRERI *et al.*, 2001). Dentre as indicações para a avaliação

está o estudo da proporção do equilíbrio muscular agonista/antagonista e a avaliação da diferença entre os grupos musculares agonistas de um lado comparado ao seu lado contralateral. Avaliações pré-temporada permitem determinação do adequado equilíbrio muscular (TERRERI *et al.*, 2001). A avaliação isocinética pode medir os valores de torque de diversas articulações do corpo humano; o joelho é, talvez, a articulação mais testada. Essa avaliação envolve, geralmente, a comparação de um membro lesionado e um não lesionado. O teste isocinético pode ser utilizado para avaliar a força muscular do quadríceps e dos isquiotibiais, fornecendo dados da magnitude do torque gerado, e consequentemente a relação entre agonista e antagonista (Razão I/Q) (ROSENE *et al.*, 2001). Zouita *et al.* (2007) utilizaram a avaliação isocinética para comparar a força muscular dos flexores e extensores do joelho de três esportes diferentes (handebol, vôlei e futebol) e descobriu que a 60°/s, os valores de pico de torque dos músculos extensores do joelho dos jogadores de handebol são superiores aos dos outros dois esportes avaliados. Já os músculos flexores do joelho dos jogadores de vôlei têm valores de pico de torque estatisticamente inferior aos jogadores de handebol e futebol em todas as velocidades avaliadas. Le Gall *et al.* (1999) avaliaram, através do dinamômetro, a evolução da força muscular dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol e encontraram que, entre os 13 e 16 anos, a força dos músculos flexores do joelho aumentaram 60% de força bruta e explosão muscular (à 60°/s e 240°/s, respectivamente). A partir dos 17 anos não se notou um ganho de força significativo. Já nos músculos extensores do joelho, os aumentos de força foram regulares dos 13 aos 16 anos, no entanto menos expressivos que os isquiotibiais. Ainda assim, os ganhos de força bruta e explosiva são de 44% e 34%, respectivamente. Dos 17 aos 21 anos o aumento de força bruta foi de 15% (à 60°/s) e da força explosiva ou potência de 37% (à 240 °/s). Já Preis *et al.* (2011), que avaliaram a força muscular dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol de duas categorias diferentes, encontraram melhor desempenho muscular na categoria júnior (idade média de 18,5 anos) em relação a juvenil (idade média de 16,3 anos).

As contraindicações para sua realização são: os acometimentos dolorosos com ou sem processo inflamatório clínico evidente e descompensação do sistema cardiorrespiratório, como hipertensão arterial não controlada, angina e arritmia. A limitação da amplitude de movimento torna-se uma contraindicação relativa, pois não

se obtém resultados ideais comparando-se lados com amplitudes de movimento diferentes (TERRERI *et al.*, 2001).

A avaliação isocinética da razão I/Q fornece ao avaliador uma medida quantitativa do torque dos músculos agonistas e antagonistas que envolvem a articulação do joelho. Essa relação também tem sido utilizada como uma possível ferramenta de detecção de predisposição de lesão (ROSENE *et al.*, 2001). Devido à associação existente entre desequilíbrios e lesões musculares, a investigação da relação de torque entre músculos antagonistas permite a detecção de um possível fator de risco para lesão (MAGALHÃES *et al.*, 2001; ASSIS *et al.*, 2005; BITTENCOURT *et al.*, 2005; FONSECA *et al.* 2007; CROISIER *et al.*, 2008).

As vantagens existentes com esse método referem-se à resistência oferecida, já que o paciente pode trabalhar num valor submáximo ao arco doloroso ou até máximo em amplitudes indolores. É possível o desenvolvimento de velocidades de contração muscular mais rápidas, semelhantes à algumas atividades esportivas. As mensurações são confiáveis, seguras, precisas, objetivas e reproduzíveis (TERRERI *et al.*, 2001). As desvantagens estão ainda no preço elevado e na incapacidade de reproduzir movimentos funcionais, ou seja, o gestual esportivo (TERRERI *et al.*, 2001).

#### 2.4.5 Realização da avaliação isocinética

Existe um método padronizado para a aplicação do teste isocinético. Com a finalidade de evitar possíveis lesões, é preconizado um curto período de aquecimento cardiovascular e musculoesquelético, com a realização de exercícios aeróbios e de alongamentos antes do teste. Os segmentos corpóreos devem ser estabilizados e o eixo do dinamômetro deve ser alinhado ao eixo da articulação avaliada. Deve ser fornecido ao indivíduo uma descrição verbal das etapas do teste e da execução correta do movimento. Realiza-se a correção do efeito da gravidade, para não subestimar o desempenho dos músculos agindo contra a gravidade e superestimar aqueles favorecidos pela mesma (PINTO; ARRUDA, 2001).

Terreri *et al.* (2001) relataram que para a realização e compreensão adequada do teste, o indivíduo deve fazer um aquecimento prévio em uma bicicleta ou esteira ergométrica por cinco minutos; é importante a adaptação aos movimentos por meio de sua realização com esforço submáximo; o corpo, que fica numa posição sentada



na avaliação do joelho, deve estar bem estabilizado; o procedimento deve ser bem explicado e, inclusive, estimulado verbalmente durante a execução, para melhor desempenho. Ayala *et al.* (2012) sugeriram que a melhor posição para avaliação da função do joelho seria em prono ou decúbito ventral ( $10^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  de flexão do quadril) ao invés de sentado ( $80^{\circ}$  -  $110^{\circ}$  de flexão do quadril), para tanto se baseou em dois motivos; a posição em prono é funcionalmente mais relevante, pois simula melhor a angulação do quadril em atividades como correr/*sprint* do que posição sentada; o outro motivo é porque essa posição simula melhor a relação comprimento-tensão dos músculos flexores e extensores do joelho, relação esta que ocorre na fase final e inicial de contato no *sprint*.

Fonseca *et al.* (2007) realizaram um estudo para caracterizar a *performance* muscular de jogadores de futebol, utilizando para isso a dinamometria isocinética. Foram avaliados 117 atletas profissionais do futebol brasileiro. As articulações avaliadas foram o quadril (adutores e abdutores), o joelho (flexores extensores) e o tornozelo (inversores e eversores; dorsiflexores e plantiflexores). As velocidades de teste para o quadril foram  $60^{\circ}/s$ ,  $120^{\circ}/s$  e  $240^{\circ}/s$ , para o joelho  $60^{\circ}/s$ ,  $180^{\circ}/s$  e  $300^{\circ}/s$ , para os inversores e eversores, dorsiflexores e plantiflexores do tornozelo foi de  $30^{\circ}/s$ ,  $60^{\circ}/s$  e  $180^{\circ}/s$ . Com esses dados os autores sugeriram a normatização da *performance* muscular para essas articulações nessa população (FONSECA *et al.* 2007). Pinto e Arruda (2001) avaliaram, por meio da dinamometria isocinética, os flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol, e compararam os resultados por posição de jogo, para tanto utilizaram a velocidade de  $60^{\circ}/s$ . Com isso encontraram que os jogadores de meio-campo possuem maior média de pico de torque, tanto para extensores como para flexores do joelho.

Benck *et al.* (2016) realizaram avaliação isocinética do joelho em jovens atletas de ginástica feminina. Como forma de familiarização com o dinamômetro isocinético foram realizadas 10 repetições a  $180^{\circ}/s$  e posteriormente o protocolo de avaliação da força muscular de flexores e extensores do joelho a  $60^{\circ}/s$ . Os parâmetros avaliados foram pico de torque dos flexores e extensores do joelho normalizados pelo peso corporal e relação I/Q. Saragiotto *et al.* (2016) realizaram a avaliação isocinética do joelho de 19 corredores. Os parâmetros utilizados foram pico de torque do membro dominante e não dominante e a razão (ou relação) agonista/antagonista, nas velocidades de  $60^{\circ}/s$ ,  $180^{\circ}/s$  e  $300^{\circ}/s$  e 21% dos atletas avaliados sofreram lesão

relacionada ao joelho e apresentaram desequilíbrio muscular nas 3 velocidades avaliadas.

O desequilíbrio destes parâmetros ou capacidades, ou ainda alterações no desempenho, podem predispor uma articulação à lesão (PINTO; ARRUDA, 2001; FONSECA *et al.* 2007; CAMARDA; DENADAI, 2012; BENCK *et al.*, 2016). Alguns autores acreditam que a avaliação isocinética pode detectar desequilíbrios musculares, que consequentemente necessitam de correção, porém o acompanhamento para verificar se houve a normalização do desequilíbrio é muito escasso na literatura (CROISIER *et al.*, 2008).

## 2.5 DESEQUILIBRIOS MUSCULARES

### 2.5.1 Conceito

A força muscular é um dos componentes mais importantes da *performance* no esporte, sendo importante para o desempenho de alto nível físico e, por outro lado, um componente também na ocorrência e risco de lesões (LEHANCE *et al.*, 2009).

O conceito de equilíbrio funcional musculotendíneo reflete um parâmetro importante na realização adequada da prática de esportes (TERRERI *et al.*, 2001). Desequilíbrios musculares são um dos fatores de risco mais referidos como causa provável de lesões desportivas. Neste sentido, a avaliação de parâmetros funcionais assume particular importância na concepção de programas de prevenção de lesão (CARVALHO; CABRI, 2007). Segundo Pinto e Arruda (2001), desequilíbrio muscular é a alteração da relação de torque entre a musculatura agonista e antagonista de um mesmo membro. Além disso, os músculos do membro direito e esquerdo, ou dominante e não dominante tem que ter um padrão de equilíbrio.

A ocorrência de lesões em atletas está relacionada ao treinamento e à prática esportiva, que resultam no desenvolvimento específico da musculatura de acordo com as exigências da modalidade praticada. Essa especialização, por sua vez, pode promover o desequilíbrio entre forças estáticas e dinâmicas nas articulações, na postura e na mecânica articular, aumentando assim, a predisposição para ocorrência de lesões (GOULART *et al.*, 2008). Três elementos são particularmente importantes

no acompanhamento da força muscular, desde o início da prática esportiva na infância até a fase adulta: assegurar a ausência de diferença entre o membro dominante e não dominante; assegurar um bom equilíbrio entre os músculos isquiotibiais e quadríceps e, por fim assegurar que o atleta esteja dentro dos padrões de sua idade e nível de prática (LE GALL *et al.*, 1999).

As principais alterações apontadas como fatores de risco para lesão no futebol, segundo alguns autores, são assimetrias nos parâmetros do desempenho muscular entre o membro dominante e não dominante e modificações na relação de torque entre músculos antagonistas (MAGALHÃES *et al.*, 2001; ASSIS *et al.*, 2005; BITTENCOURT *et al.*, 2005; FONSECA *et al.*, 2007; LEHANCE *et al.*, 2009; SARAGIOTTO *et al.*, 2016).

Apesar de existir tendência em associar o contato físico no futebol com a ocorrência de lesões, existem evidências de que a maioria das lesões no futebol ocorre em ações motoras que não envolvem contato físico, como a corrida, o chute, as trocas de direções e os saltos (GOULART *et al.*, 2008).

#### 2.5.2 Avaliação Isocinética e desequilíbrios musculares

Alguns estudos relatam que desequilíbrios musculares podem ser detectados pela dinamometria isocinética em até 70% dos casos depois de um estiramento de isquiotibiais. A avaliação de dados isocinéticos como a comparação do torque entre os membros direito e esquerdo, ou dominante e não dominante, e a relação entre isquiotibiais e quadríceps (relação I/Q), tanto na forma convencional como na forma mista ou funcional ( $I_{\text{exc}}/Q_{\text{con}}$ ), são de grande valia para os profissionais da área desportiva terem o conhecimento do desempenho muscular de seus atletas (AAGARD *et al.*, 1998; CROISIER *et al.*, 2008; BENCK *et al.*, 2016; SARAGIOTTO *et al.*, 2016).

A relação ou razão I/Q tem sido utilizada para avaliar a similaridade entre os padrões momento-velocidade dos músculos quadríceps e isquiotibiais e avaliar a habilidade funcional do joelho, assim como seu equilíbrio muscular. É um parâmetro velocidade e posição dependente e pode revelar predisposição à lesão. Essa predisposição resulta de diminuição da força antagonista dos isquiotibiais durante uma carga extensora (AAGARD *et al.*, 1998; MAGALHÃES *et al.*, 2001; ROSENE *et al.*, 2001; ASSIS *et al.*, 2005; BITTENCOURT *et al.*, 2005; FONSECA *et al.*, 2007;

LEHANCE *et al.*, 2009; PREIS *et al.*, 2011; ZABKA *et al.*, 2011; AYALA *et al.*, 2012; BENCK *et al.*, 2016; SARAGIOTTO *et al.*, 2016). Segundo diversos autores a presença de desequilíbrio entre extensores (quadríceps) e flexores (isquiotibiais) do joelho pode contribuir para maior ocorrência de lesões, e uma musculatura em harmonia pode evitar ou pelo menos minimizar, não só as lesões do joelho, mas também de todas as articulações do corpo humano (ASSIS *et al.*, 2005; BITTENCOURT *et al.*, 2005; LEHANCE *et al.*, 2009; ZABKA *et al.*, 2011; AYALA *et al.*, 2012; CAMARDA; DENADAI, 2012; BENCK *et al.*, 2016; SARAGIOTTO *et al.*, 2016).

A relação entre agonista e antagonista é uma forma adequada para saber se existe proporção e, conseqüentemente, equilíbrio muscular (TERRERI *et al.*, 2001; PREIS *et al.*, 2011; ZABKA *et al.*, 2011; AYALA *et al.*, 2012). Essa relação é a razão do torque máximo produzido pela musculatura agonista pelo torque máximo produzido pela musculatura antagonista (LEHANCE *et al.*, 2009; BENCK *et al.*, 2016; SARAGIOTTO *et al.*, 2016).

Para a articulação do joelho, por exemplo, estudos sugerem que, na velocidade de 60°/s a relação ideal entre torque máximo de isquiotibiais e torque máximo de quadríceps é em média 60% (FONSECA *et al.*, 2007; LEHANCE *et al.*, 2009; PREIS *et al.*, 2011; ZABKA *et al.*, 2011; AYALA *et al.*, 2012; CAMARDA; DENADAI, 2012). Embora seja difícil generalizar, uma razão I/Q considerada normal estaria entre 50% e 80%, sendo que, entre 55% e 77% também é considerada normal para alguns autores, isso quando avaliada através de toda a amplitude de movimento, e tendo em vista que se encontram valores altos da relação I/Q em velocidades mais elevadas. Quando a razão I/Q se aproxima de 100%, os músculos isquiotibiais têm maior capacidade funcional e com isso gera mais estabilidade ao joelho (ROSENE *et al.*, 2001; TERRERI *et al.*, 2001; CAMARDA; DENADAI, 2012). Quando o joelho está lesionado, a relação I/Q é frequentemente utilizada como objetivo a ser alcançado na reabilitação, devido à importância do equilíbrio muscular entre flexores e extensores do joelho para a sua estabilidade. A função reduzida da musculatura antagonista (isquiotibiais), em consequência de atividades que enfatizam o mecanismo extensor do joelho, pode resultar em desequilíbrio muscular entre isquiotibiais e quadríceps, predispondo assim o atleta à lesão. Essa predisposição pode ser devido à sobrecarga das estruturas ligamentares que suportam a deficiência antagonista durante uma

atividade agonista (ROSENE *et al.*, 2001; PREIS *et al.*, 2011; AYALA *et al.*, 2012; BENCK *et al.*, 2016; SARAGIOTTO *et al.*, 2016).

Le Gall *et al.* (1999), em seu estudo sobre a evolução da força muscular em jogadores de futebol de alto nível, verificaram que à 60°/s a relação I/Q é de 67% aos 13 anos e de 73% aos 16 anos, retornando à 68% aos 21 anos e não se alterando posteriormente. Já Pinto e Arruda (2001), em seu estudo sobre avaliação isocinética da força dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol, encontraram à 60°/s uma relação I/Q de 57,6%, razão esta que para a maioria dos autores é considerada como normal (50-70%), porém para os autores deste estudo razões entre 60-70% são consideradas normais. Carvalho e Cabri (2007) avaliaram a força dos músculos da coxa em jogadores de futebol e os agrupou de acordo com a sua posição em campo (goleiros, zagueiros, laterais, volantes, meios-campos, atacantes) e encontraram valores de I/Q entre 50% e 60% para todas as posições. Zouita *et al.* (2007) compararam a relação I/Q de diferentes atletas utilizando o aparato isocinético e concluíram que os jogadores de futebol, quando comparados aos vôlei e handebol, tem a relação estatisticamente superior aos demais, independente da velocidade. Não foi encontrada diferença entre os membros dominante e não dominante, independentemente do esporte praticado. Preis *et al.* (2011), em seu estudo que avaliou a força muscular dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol de 2 categorias, encontraram valores da relação I/Q, à 60°/s, de 58,3% no membro dominante e 52,4% no membro não dominante na categoria júnior e 58,3% no membro dominante e 55,2% no membro não dominante na categoria juvenil. Benck *et al.* (2016) avaliaram 24 ginastas do sexo feminino com média de 11,2 anos. Em seu estudo a razão I/Q do membro dominante foi de 51% e no membro não dominante de 48%. Saragiotto *et al.* (2016) avaliaram a associação entre desequilíbrios musculares e incidência de lesões em corredores e para essa população a razão I/Q convencional foi de 58,1% no membro dominante e 59,1% no membro não dominante à 60°/s.

A razão I/Q funcional constitui-se no verdadeiro movimento articular do joelho, que permite a contração excêntrica dos músculos isquiotibiais com a concêntrica do quadríceps durante a extensão ou vice-versa, durante a flexão (AAGARD *et al.*, 1998). A razão I/Q funcional de 1 ou 100% tem sido considerada por alguns autores como aquela dentro dos padrões normais para a articulação do joelho (AYALA *et al.*, 2012). Outros autores sugerem que valores acima de 96% são considerados normais (AAGARD *et al.*, 1998). Wu *et al.* (1997), em seu estudo, tentaram correlacionar as

razões I/Q convencional e funcional/mista e observaram que mesmo se produzindo valores elevados de razão convencional, não significa valores elevados de razão mista e vice-versa, ou seja, segundo os autores, é necessária uma avaliação concêntrica e excêntrica. Segundo ainda os mesmos autores, valores de I/Q funcional abaixo de 89% seriam indicativos de desequilíbrio e para a razão convencional os valores variaram de 56% a 67%. Aagard *et al.* (1998), em seu estudo sobre um novo conceito para a relação I/Q, encontraram valores de I/Q convencional entre 50% e 80%, já para a I/Q funcional entre 100% e 140%. Lehance *et al.* (2009), em um estudo sobre força muscular, *performance* funcional e risco de lesão, em atletas de futebol júniores (sub-17 e sub-21) e profissionais, encontraram valores de razão I/Q funcional entre 141% e 150%, não havendo diferença significativa entre as categorias nesse parâmetro. Já Camarda e Denadai (2012), que avaliaram a relação entre desequilíbrio muscular e fadiga, encontraram valores de razão I/Q funcional entre 113 e 119%.

Estudos sugerem que a combinação dos dados da I/Q convencional com os dados da I/Q funcional e os valores de força absoluta é a forma mais completa de descrição das propriedades da força muscular na articulação do joelho, quando comparados a razão I/Q convencional isolada (WU *et al.*, 1997; AAGARD *et al.*, 1998; AYALA *et al.*, 2012).

### 2.5.3 Lesões e desequilíbrios musculares

Estudos epidemiológicos têm demonstrado que as lesões musculares são as principais lesões ocorridas no futebol (BARROSO; THIELE, 2011; CAMARDA; DENADAI, 2012; ASTUR *et al.*, 2014). Entre os fatores de risco atribuídos a esta elevada incidência estão a fraqueza excêntrica de isquiotibiais e o desequilíbrio muscular (LEHANCE *et al.*, 2009; CAMARDA; DENADAI, 2012)

Rosene *et al.* (2001), em seu estudo sobre a relação I/Q, avaliada através da dinamometria isocinética em atletas intercolégiais, não encontraram diferença na razão em diferentes práticas esportivas, como o futebol, *softball*, vôlei e basquete. Esse achado foi associado a possível adaptação aos treinamentos e ao nível de competição. Diferenças na relação I/Q entre atletas de diferentes esportes devem depender do esporte escolhido, nível de competição, ou ambos, enquanto que esportes com demandas de membros inferiores e nível de competição parecidos

podem não apresentar diferenças. Desequilíbrios/diferenças nos membros dominante e não dominante não devem ocorrer, já que as cargas impostas nos treinos e competições são similares nos 2 membros.

Segundo Croisier *et al.* (2008), se normalizados, os desequilíbrios musculares, tanto de assimetrias entre isquiotibiais contralaterais como a relação I/Q, levam à uma redução significativa do desconforto relatado pelos atletas e evitam nova lesão da musculatura isquiotibial.

Lehance *et al.* (2009), em seu estudo sobre força muscular, *performance* funcional e risco de lesões em jogadores de futebol, encontraram que a maioria dos jogadores que já tiveram lesões prévias em membros inferiores (64%) ainda possuíam algum tipo de desequilíbrio muscular que gerava risco para nova lesão.

Camarda e Denadai (2012) avaliaram a relação entre desequilíbrio muscular e fadiga em jogadores de futebol profissional e encontraram que atletas sem desequilíbrio muscular (razão I/Q > 60%) apresentaram maior fadiga em isquiotibiais que em quadríceps. E ainda que o equilíbrio muscular modula o nível de fadiga em isquiotibiais e, conseqüentemente, os desequilíbrios nas razões I/Q convencional e funcional.

Saragiotto *et al.* (2016) avaliaram 19 corredores através da dinamometria isocinética e encontraram associação entre desequilíbrios musculares (isquiotibiais e quadríceps) e incidência de lesões nas três velocidades avaliadas (60, 180 e 300°/s).

As lesões musculares são a causa mais frequente de incapacidade física na prática esportiva. Estima-se que 30 a 50% de todas as lesões associadas ao esporte são causadas por lesões de tecidos moles (FERNANDES *et al.*, 2011; BARROSO; THIELE, 2011; ASTUR *et al.*, 2014; POLLOCK *et al.*, 2014), sendo a origem da lesão dos músculos isquiotibiais multifatorial, e alguns fatores são mais preditivos do que outros. Acredita-se que os desequilíbrios musculares e de força tenham um papel importante nessa lesão (CROISIER *et al.*, 2008).

Croisier *et al.* (2008), em seu estudo prospectivo sobre desequilíbrio de força e prevenção de lesão de isquiotibial em jogadores de futebol, verificaram que dos 462 jogadores participantes do estudo, 246 (53%) apresentaram avaliação isocinética normal durante a pré-temporada, enquanto que 216 (47%) alguma desordem muscular. Neste estudo, a avaliação excêntrica dos músculos isquiotibiais se mostrou altamente específica, particularmente na forma da relação mista ( $I_{exc}/Q_{con}$ ), que foi reduzida em 187 dos 216 (87%) dos atletas com desequilíbrios musculares. Trinta e

cinco dos 462 atletas que participaram do estudo teve estiramento de isquiotibial. Nenhum jogador com relação mista maior que 1.40 teve estiramento de isquiotibial durante o estudo. Aqueles jogadores que durante a pré-temporada não apresentaram desequilíbrio de força na avaliação isocinética tiveram frequência de lesão de 4,1%. Já aqueles com desequilíbrio muscular e que não corrigiram tal desequilíbrio, tiveram uma frequência de lesão de 16,5%. No estudo alguns atletas com desequilíbrio muscular realizaram um trabalho de condicionamento para correção do desequilíbrio e posteriormente nova avaliação isocinética, e houve aqueles que realizaram o condicionamento, mas não uma nova avaliação isocinética. Os resultados mostraram que aqueles que fizeram nova avaliação isocinética tiveram frequência de lesão menor do que os atletas que não foram reavaliados (5,7% e 11%, respectivamente).

Alguns estudos avaliam também o equilíbrio muscular entre os músculos do membro dominante e não dominante. Preis *et al.* (2011) avaliaram a força muscular dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol de duas diferentes categorias e viram que no trabalho máximo, na categoria júnior e na potência dos flexores, nas categorias juvenil e júnior obtiveram valores acima dos 10% considerados normais. Frequentemente, assimetrias ou déficits na produção de torque máximo entre pernas, acima de 10%, têm sido associados à lesões musculares. Déficits nas variáveis trabalho máximo e potência também podem estar associados à incidência de lesões musculares. A existência dessas assimetrias indica risco aumentado de lesão (FONSECA *et al.*, 2007).

Carvalho e Cabri (2007) avaliaram a força dos músculos da coxa em jogadores de futebol e os agrupou de acordo com a sua posição em campo (goleiros, zagueiros, laterais, volantes, meio-campos, atacantes) e não encontraram déficits (maiores que 10%) entre os músculos quadríceps e isquiotibiais dos membros dominante e não dominante. Segundo os autores, assim como Magalhães *et al.* (2001), aqueles atletas que apresentam déficits de até 15% estariam dentro do normal. Pinto e Arruda (2001) avaliaram com dinamometria isocinética os flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol e também não encontraram diferenças acima de 10%. Todos os autores justificam esse equilíbrio pela bilateralidade dos treinos no futebol.

Benck *et al.* (2016), em seu estudo com 24 jovens atletas de ginástica do sexo feminino, encontraram diferenças acima de 10% entre o quadríceps do membro dominante e não dominante em 6 atletas e entre os isquiotibiais em 7 atletas.



Com isso Croisier *et al.* (2008) sugeriram a forte influência do desequilíbrio muscular (de força) na lesão do músculo isquiotibial. Desse modo, atletas com desequilíbrio muscular não corrigido apresentaram chance 4 a 5 vezes maior de sofrer lesão do músculo isquiotibial em comparação ao grupo sem desequilíbrio de força.

## 2.6 PREVENÇÃO DE LESÕES NO FUTEBOL

Estudos epidemiológicos são o primeiro passo para a elaboração de um programa preventivo (RIBEIRO *et al.*, 2007).

Quando se conhecem as causas que levam ao aumento da incidência na ocorrência de lesões desportivas é possível adotar medidas de prevenção e/ou de cura para reduzir os problemas daí advindos. Essa ideia implica o pressuposto dos fatores causais na ocorrência do dano durante a prática da atividade física, mas também aponta os meios de evitá-lo ou diminuí-lo. É essencial que fisioterapeutas, educadores físicos e demais profissionais envolvidos com atividades físicas tenham conhecimento dos fatores causais agravantes, para acessarem as ações preventivas (SIMÕES *et al.*, 2005).

Um enfoque em determinados esportes e grupos populacionais deve ser feito antes de desenvolver e avaliar um programa de prevenção em jovens atletas, a fim de melhorar a sua qualidade de vida e no esporte. Pouca compreensão sobre estratégias e programas de prevenção de lesões em estudantes jovens (15 a 18 anos) existe. Os esforços na prevenção de lesão são maiores em adolescentes (EMERY; TYREMAN, 2009).

Uma das formas de prevenção é o Modelo Preventivista criado a reboque da concepção da história natural da doença, na década de 1970 nos Estados Unidos. De modo geral constitui-se na explicação corrente da relação saúde/atividade física, na qual se podem articular seus componentes nos três níveis de prevenção. A Prevenção Primária é a fase anterior ao aparecimento de doenças e, inicialmente, são desenvolvidas ações pertinentes à área médica, cujas principais vertentes são: promoção à saúde, que consiste em propiciar alimento e nutrição adequados, condições de moradia e segurança social, educação sanitária e prática de exercícios físicos; e proteção específica, que se configura como cuidados por meio dos quais se busca a redução na ocorrência de lesões desportivas ou acidentes pela seleção de

equipamento desportivo e precaução no treino e/ou na competição. A Prevenção Secundária coincide com o momento em que se dá o processo patológico no organismo, promovendo ações com o propósito de, se possível, fazê-lo regredir ou desaparecer. Nessa fase, que comporta diagnóstico e tratamento precoce, é preciso se manter alerta a qualquer condição desfavorável à ocorrência de lesões desportivas, tendo em vista o controle do problema ou regressão do grau da lesão por meio da aplicação de procedimentos preventivos ou de intervenção terapêutica para evitar novos danos. Eventuais complicações e sequelas podem ser tratadas, reduzindo o tempo de incapacidade do indivíduo que sofreu a lesão. A Prevenção Terciária, que acontece após se instalar o agravo, ou seja, na fase crônica, utiliza medidas que visam desenvolver a capacidade residual, isto é, o potencial funcional que restou da sequela, com o intuito de atenuar a invalidez e promover o ajustamento das condições do lesionado a uma vida útil. Nessa fase, que se relaciona à reabilitação propriamente dita à reintegração da pessoa na família, no trabalho e na sociedade, o que se pretende é basicamente prevenir a cronicidade da lesão desportiva e reinserir o indivíduo na prática de atividade física ou desportiva (SIMÕES, 2005).

Agel *et al.* (2007) sugerem como fatores que podem ajudar a prevenir lesões em jogadores de futebol, a mudança em algumas regras, que não favorecem o *fair play* (jogo limpo), a melhora no condicionamento e treinamento e um melhor entendimento de que os mecanismos de lesões podem trazer benefício gradual, ao invés de benefício súbito e rápido. A prevenção tem que ter abordagem multifacetada para se diminuir os índices de lesões no futebol, pois apenas um método ou abordagem não tem efeito positivo. Já que há uma infinidade de fatores que podem predispor o jogador de futebol à lesão, é razoável sugerir que medidas preventivas não diminuam drasticamente os índices de lesões. Os efeitos de métodos preventivos são cumulativos e vistos em longo prazo. Os autores também relatam que o uso apropriado dos materiais de segurança para o futebol, como caneleiras, é muito importante para a prevenção de lesões.

Giza *et al.* (2005) relataram, em seu estudo sobre lesões em atletas de futebol do sexo feminino, que durante uma pré-temporada o treinamento neuromuscular e pliométrico pode reduzir os índices de lesões no joelho de jogadoras de futebol. Relataram também que o número reduzido de lesões encontrado pode estar relacionado ao fato de que a amostra de seu trabalho era composta de atletas de alto

rendimento e que todas participaram de uma pré-temporada composta de reforço muscular e treinos.

Barroso e Thiele (2011) relataram que o fortalecimento da musculatura dos adutores e da musculatura dos isquiotibiais ajudam a reduzir o número de lesões em atletas e que a assimetria de força muscular é responsável por lesões musculares. Ainda que embora haja pouca evidência, a realização do aquecimento passivo e ativo da musculatura antes dos treinamentos e da competição pode ser uma estratégia para prevenção de lesão.

Assis *et al.* (2005), que realizaram um estudo sobre a avaliação da força muscular através da dinamometria isocinética em atletas de jiu-jitsu, sugeriram que a Fisioterapia e a Medicina Esportiva devem trabalhar juntas, para que a prevenção das lesões esportivas seja uma realidade prática. Ressaltaram também a importância da necessidade da conscientização do atleta, de que o trabalho de condicionamento físico, bem como a complementação com exercícios de reforço muscular e alongamentos, é fundamental para a prevenção de lesões.

Segundo Rosene *et al.* (2001), deve-se dar atenção ao equilíbrio muscular apropriado entre músculos agonistas e antagonistas devido ao possível aumento no risco de lesão como resultado de um desequilíbrio muscular. Zabka *et al.* (2011) também justificaram a utilização da avaliação isocinética como forma de prevenção de lesões, pois afirmaram que com tal avaliação é possível o planejamento de treinamentos específicos e funcionais dos membros inferiores, que vão elucidar as deficiências específicas da função muscular, de forma a poder eliminá-las ou minimizá-las, para assim diminuir a incidência de lesões musculares em atletas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 TIPO DE ESTUDO

Estudo observacional, analítico, transversal, com coleta retrospectiva de dados da avaliação isocinética dos músculos flexores e extensores do joelho dos atletas sub-20 nas pré-temporadas dos anos de 2010 e 2011.

#### 3.2 LOCAL E PERÍODO DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Departamento de Pediatria da Universidade Federal do Paraná e Clube Atlético Paranaense®, no período de agosto de 2011 à agosto de 2013.

#### 3.3 POPULAÇÃO FONTE

Em Curitiba existem aproximadamente 600 jogadores de futebol, contando-se todas as categorias (infantil, juvenil, júnior e profissional), espalhados pelos principais times da cidade.

O Clube Atlético Paranaense®, clube fundado em 1924, possui uma das melhores estruturas de treinamento do Brasil e isso ajuda na formação e revelação de jovens atletas, assim como permite que estudos sobre possíveis fatores de risco ao esporte sejam realizados. Os atletas do clube se constituíram na população alvo desta pesquisa.

#### 3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- 1) Ser atleta do Clube Atlético Paranaense® (atleta sub-20);
- 2) Estar participando da equipe há no mínimo 6 meses;
- 3) Ter jogado ou treinado na temporada 2010 e/ou 2011.

### 3.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- 1) Atletas com patologia aguda ou subaguda do joelho ou coxa na data da avaliação isocinética;
- 2) Presença de dor durante a execução da avaliação isocinética;
- 3) Atletas que sofreram qualquer procedimento cirúrgico de membros inferiores recente (6 meses);
- 4) Atletas que não realizaram a avaliação isocinética na pré-temporada (2010 e/ou 2011) por qualquer motivo;
- 5) Atletas com a avaliação isocinética ou antropométrica incompleta.

### 3.6 POPULAÇÃO DE ESTUDO

O Clube Atlético Paranaense® no período do estudo (temporadas de 2010 e 2011) contava com 180 atletas em cada temporada, somando-se todas as categorias (sub-15, sub-17, sub-20 e profissional).

Foram realizadas 100 avaliações pré-temporada nos anos de 2010 e 2011. Todos os atletas eram sub-20 do Clube Atlético Paranaense®. Após a revisão e baseando-se nos critérios de inclusão e exclusão restaram 53 atletas, que resultaram em 66 avaliações pré-temporada completas, já que 13 atletas participaram em ambas temporadas. Das 34 avaliações excluídas, 30 não estavam com a avaliação isocinética e/ou antropométrica completa e 4 tinham lesão na data da avaliação.

### 3.7 AMOSTRA

Todos os 53 atletas avaliados se enquadram na categoria sub-20 (até vinte anos de idade). Somando-se todas as avaliações realizadas nos anos de 2010 e 2011, obteve-se um total de 66 avaliações. 13 atletas participaram das avaliações pré-temporadas nos 2 anos

### 3.8 HIPÓTESE

Considerando a hipótese associativa dos estudos transversais o desequilíbrio muscular foi posicionado como variável independente e a lesão muscular como variável dependente. Desta forma as hipóteses consideradas foram:

H0: O desequilíbrio muscular não aumenta a ocorrência de lesões musculares;

H1: O desequilíbrio muscular aumenta a ocorrência de lesões musculares.

### 3.9 VARIÁVEIS DE ESTUDO

Durante o estudo foram seguidas as seguintes etapas: coleta dos dados pessoais dos participantes, avaliação isocinética antes do início da temporada e acompanhamento de lesões musculares na coxa durante a temporada.

As variáveis utilizadas na coleta de dados foram idade do atleta (anos), peso corporal (kg) e altura (cm) e percentual de gordura (%).

Na avaliação isocinética as variáveis referentes ao desempenho muscular dos participantes consistiam em pico de torque concêntrico dos músculos extensores do joelho dos membros dominante e não dominante nas velocidades de 60°/s e 240°/s (%), pico de torque concêntrico dos músculos flexores do joelho dos membros dominante e não dominante nas velocidades de 60°/s e 240°/s (%), razão I/Q, que é a divisão entre o pico de torque concêntrico dos flexores do joelho pelo pico de torque concêntrico dos extensores do joelho, nos membros dominante e não dominante na velocidade de 60°/s (%), pico de torque excêntrico dos músculos extensores do joelho dos membros dominante e não dominante na velocidade de 30°/s (%), pico de torque excêntrico dos músculos flexores do joelho dos membros dominante e não dominante na velocidade de 30°/s (%), razão I/Q mista, que é a divisão do pico de torque excêntrico dos flexores do joelho (30°/s) pelo pico de torque concêntrico dos extensores do joelho (240°/s), dos membros dominante e não dominante (valor absoluto), trabalho dos músculos extensores do joelho dos membros dominante e não dominante na velocidade de 60°/s (%), trabalho dos músculos flexores do joelho dos membros dominante e não dominante na velocidade de 60°/s (%), potência dos

músculos extensores do joelho dos membros dominante e não dominante na velocidade de 240°/s (%), potência dos músculos flexores do joelho dos membros dominante e não dominante na velocidade de 240°/s (%).

Quando comparados os músculos extensores do joelho ou os músculos flexores do joelho entre os membros dominante e não dominante os valores considerados normais foram aqueles  $\leq 10\%$ , nas 3 velocidades (30°/s, 60°/s e 240°/s) e nos 2 modos (concêntrico e excêntrico). Os valores normais da razão I/Q foram aqueles acima de 50% e abaixo 60%. Já para a razão I/Q mista os valores normais foram aqueles  $> 0,89$  (valor absoluto).

As variáveis lesões musculares durante a temporada foram divididas em lesão muscular nos extensores do joelho e lesão muscular nos flexores.

### 3.10 MÉTODOS

#### 3.10.1 Coleta dos dados dos atletas

Todos os atletas, antes de realizarem a avaliação isocinética, preencheram uma ficha de identificação com o nome, mantido em sigilo, posição em que joga, dominância (chuta com o membro inferior direito ou esquerdo), idade, altura, peso, IMC (Apêndice 1). Altura, peso e percentual de gordura foram coletados por profissional em fisiologia do exercício do clube com experiência em tais aferições.

#### 3.10.2 Avaliação Isocinética pré-temporada

Antes do início da avaliação todos os atletas realizaram um aquecimento em bicicleta ergométrica (PRECOR, modelo C846®) durante 5 minutos a 80rpm (rotações por minuto). Este equipamento possui graduação de carga de 0 a 20.

A avaliação da força muscular foi feita no dinamômetro isocinético (*Biodex Multi-Joint System - Pro®*) com correção da gravidade, onde foi avaliado os torques máximos concêntricos à 60°/s (3 repetições) e 240°/s (5 repetições) e excêntricos à 30°/s (3 repetições) dos músculos flexores e extensores do joelho, todas as séries

isocinéticas tiveram um minuto de intervalo. Antes da avaliação isocinética, em cada velocidade, os participantes realizaram três repetições submáximas, para que houvesse uma familiarização com o aparelho isocinético (CROISIER, 2008). Todos os ajustes entre paciente e máquina foram feitos por um profissional especializado de acordo com as orientações do fabricante. Primeiro foram realizados os testes com o membro dominante. Os dados isocinéticos foram salvos, impressos e posteriormente avaliados pelo pesquisador.

### 3.10.3 Lesões Musculares durante a temporada

Todas as lesões ocorridas durante a temporada (2010 ou 2011) foram descritas no Relatório de Fisioterapia, que é feito diariamente no programa *Microsoft Word 2007®* e salvo no servidor de dados do computador Departamento Médico. Somente foram consideradas para o estudo as lesões musculares da região anterior e posterior de coxa, por serem as mais relatadas na literatura como relacionadas ao desequilíbrio muscular, incluindo principalmente o músculo quadríceps e isquiotibiais. Foram consideradas lesões musculares aquelas em que houve avaliação clínica positiva, afastamento dos treinos/jogos maior que sete dias, além de exame de imagem positivo, quando o mesmo foi solicitado. Todas as avaliações foram feitas por médicos especialistas em Ortopedia do Clube Atlético Paranaense®. A principal queixa da lesão muscular é a dor. A avaliação da lesão muscular foi positiva quando contração, alongamento e palpação do músculo afetado geravam a sintomatologia do paciente (BARROSO; THIELE, 2011).

### 3.10.4 Desequilíbrios musculares

Foram considerados para o estudo 10 desequilíbrios musculares e suas respectivas velocidades angulares e modos de contração muscular;

- 1) desequilíbrio extensor concêntrico (60°/s) – acima de 10%;
- 2) desequilíbrio flexor concêntrico (60°/s) – acima de 10%;
- 3) desequilíbrio extensor concêntrico (240°/s) – acima de 10%;



- 4) desequilíbrio flexor concêntrico (240°/s) – acima de 10%;
- 5) desequilíbrio extensor excêntrico (30°/s) – acima de 10%;
- 6) desequilíbrio flexor excêntrico (30°/s) – acima de 10%;
- 7) desequilíbrio da razão I/Q (membro dominante – 60°/s) – abaixo de 50% e acima de 60%;
- 8) desequilíbrio da razão I/Q (membro não dominante – 60°/s) – abaixo de 50% e acima de 60%;
- 9) desequilíbrio da razão I/Q mista (membro dominante – 30°/s e 240°/s) – abaixo de 0,89 (valor absoluto);
- 10) desequilíbrio da razão I/Q mista (membro não dominante – 30°/s e 240°/s) – abaixo de 0,89 (valor absoluto).

### 3.11 REGISTRO E GERENCIAMENTO DE DADOS

Todos os dados dos jogadores foram coletados e registrados exclusivamente pelo pesquisador (Apêndice 1). Posteriormente foram digitados em planilha eletrônica, conferidos e exportados para o *software* de estatística *Statistic* (Stasoft®), propriedade do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente.

### 3.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Na análise estatística descritiva, as medidas de tendência central e de dispersão estão expressas em médias e desvio padrão (média  $\pm$  DP) para as variáveis contínuas de distribuição simétrica e em medianas, valores mínimo e máximo (mediana, mínimo – máximo) para as de distribuição assimétrica. As variáveis categóricas estão expressas em frequências absoluta e relativa.

Na análise estatística inferencial, para a estimativa de diferença entre variáveis contínuas de distribuição simétrica foi aplicado o teste t de Student, para aquelas de distribuição assimétrica, o teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Curvas de Regressão Logística univariada foram construídas para estimar a probabilidade de lesão de acordo com os parâmetros estudados.

Para todos os testes foi considerado o nível mínimo de significância de 5% e a amostra conferiu poder de teste mínimo de 90% ao estudo. O erro do tipo II pode ter acontecido em subanálises onde houve restrição do número amostral.

### 3.13 ÉTICA EM PESQUISA

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HC – UFPR (Registro CEP: 1142.067.11.06, Anexo 1). Todos os atletas assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 2) e aqueles que ainda não eram maiores de 18 anos assinaram o Termo de Assentimento, juntamente com seu responsável (Apêndice 3). Tanto o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido como o Termo de Assentimento estavam de acordo com a Resolução 196/96 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Cada atleta ficou cientes de que receberiam uma cópia de todas as avaliações realizadas no estudo.

### 3.14 MONITORIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada considerando as medidas de proteção, minimização de riscos, confidencialidade, responsabilidade do pesquisador e da instituição, de acordo com o compromisso firmado com o Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná na ocasião de submissão do projeto.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DOS ATLETAS

Fizeram parte da amostra do estudo 53 atletas do sexo masculino, e foram feitas ao todo 66 avaliações pré-temporadas completas. Os atletas avaliados apresentaram idade média de 17,5 ± 1,2 ano. Todos os atletas se enquadram na categoria sub-20. Os dados antropométricos, com valores mínimo, máximo, média e desvio padrão estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DOS ATLETAS

CARACTERÍSTICAS	DADOS ANTROPOMÉTRICOS (n = 66)			
	Min	Máx	Média	DP
Idade (anos)	15,05	19,94	17,47	1,24
Peso (Kg)	59,00	92,70	74,20	8,52
Altura (cm)	163,90	194,20	179,31	7,11
Perc de Gordura (%)	9,8	17,3	12,3	1,64

NOTA: Min = mínimo, Máx = Máximo, DP = Desvio Padrão, Perc Gordura = Percentual de Gordura

FONTE: O autor (2017)

4.2 DESCRIÇÃO DOS DADOS ISOCINÉTICOS

Os dados isocinéticos avaliados - Pico de Torque de extensores e flexores, membro dominante e membro não dominante, Razão mista, trabalho e Potência estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA DOS ATLETAS

VARIÁVEIS	VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS (n = 66)			
	Min	Máx	Média	DP
PT ext 60 (D)	242,4	518,0	362,0	46,4
PT ext 60 (ND)	281,3	501,1	359,2	42,4
PT flex 60 (D)	140,4	264,5	201,1	25,6
PT flex 60 (ND)	90,6	248,4	190,6	26,9
PT ext 240 (D)	151,7	305,5	222,6	26,9
PT ext 240 (ND)	20,4	276,7	218,5	34,6
PT flex 240 (D)	79,0	191,6	154,7	18,6
PT flex 240 (ND)	77,6	184,8	150,3	18,7
Razão I/Q (D)	43,5	75,7	56,0	6,7
Razão I/Q (ND)	26,1	73,1	53,2	7,2
PT exc ext 30 (D)	259,1	589,6	440,7	73,2
PT exc ext 30 (ND)	283,3	629,9	440,7	74,1
PT exc flex 30 (D)	136,4	287,4	224,1	33,0
PT exc flex 30 (ND)	148,5	307,9	213,8	35,4
Razão mista (D)	0,71	1,58	1,01	0,17
Razão mista (ND)	0,10	1,70	1,04	0,23
WRK ext 60 (D)	247,4	518,0	349,8	43,6
WRK ext 60 (ND)	261,8	501,1	349,2	43,6
WRK flex 60 (D)	136,0	296,1	232,0	32,9
WRK flex 60 (ND)	106,9	285,7	218,4	33,9
Pot ext 240 (D)	77,7	578,9	395,2	76,4
Pot ext 240 (ND)	68,3	574,7	399,1	74,0
Pot flex 240 (D)	80,1	398,7	259,5	64,6
Pot flex (ND)	62,5	375,6	252,1	58,8

NOTA: Min = mínimo, Máx = Máximo, DP = desvio padrão, Valores expressos em % (normalizados pelo peso corporal), Razão mista expressa em VA = valor absoluto, PT = pico de Torque, ext = extensores, flex = flexores, D = membro dominante, ND = membro não dominante, Razão mista = PText240/PTflexexc30, WRK = trabalho, Pot = Potencia

FONTE: O autor (2017)

4.3 LESÕES MUSCULARES

Durante as 2 temporadas avaliadas ocorreram 10 lesões musculares, sendo 6 lesões dos flexores do joelho e 4 nos extensores do joelho (Tabela 3).

TABELA 3 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DE LESÕES MUSCULARES NOS ATLETAS

LESÕES MUSCULARES	n
Atletas sem lesão	56
Atletas com lesão	10
Total	66

FONTE: O autor (2017)

4.4 DESEQUILIBRIOS MUSCULARES E LESÕES MUSCULARES

Os atletas que apresentam desequilíbrio na razão I/Q apresentaram 32% de índice lesão, já os atletas sem desequilíbrio apresentaram 9% de índice de lesão (p = 0,02) (Gráfico 1).

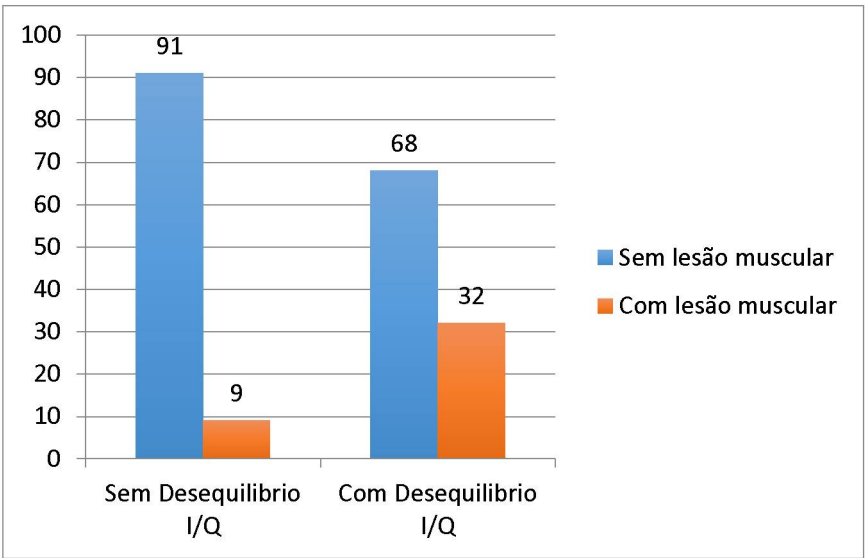


GRÁFICO 1 – DESEQUILIBRIO I/Q (ND) E INCIDENCIA DE LESÃO MUSCULAR

FONTE: O autor (2017)

NOTA: Teste qui-quadrado de Pearson/Yates: p=0,02

O Gráfico 2 ilustra a probabilidade de lesão muscular e pico de torque flexor do joelho dominante à 60º/s, onde observa-se que com pico de torque flexor dominante de 280% (N.m/Kg) a probabilidade de lesão é nula, porém com pico de torque de 140% esta probabilidade aumenta para 50%.

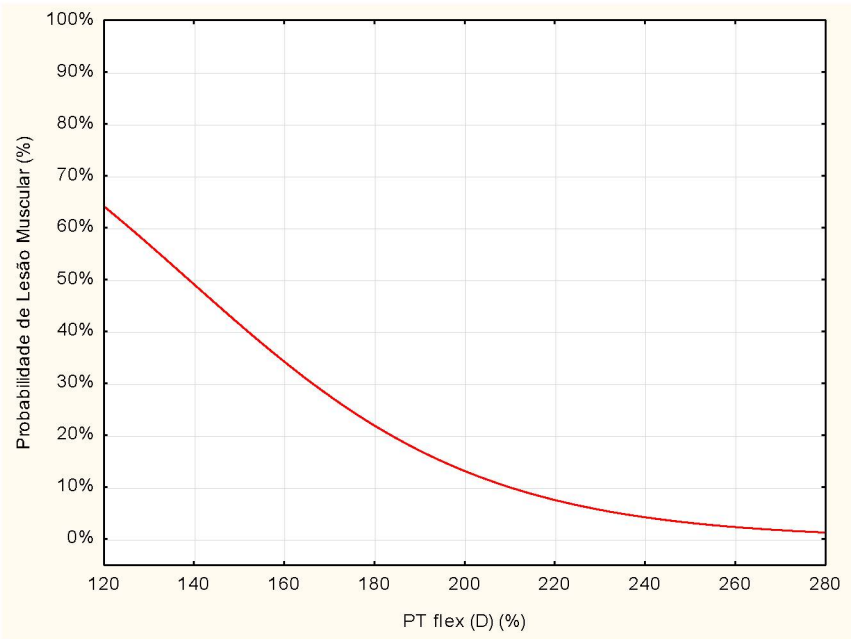


GRÁFICO 2 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR E PICO DE TORQUE FLEXOR DOMINANTE

FONTE: O autor (2017)

O Gráfico 3 ilustra a probabilidade de lesão muscular de acordo com o pico de torque flexor dominante à 240º/s, onde um pico de torque de 200% a probabilidade de lesão foi praticamente nula, já com pico de 80% a probabilidade de lesão aumentou para 70%.

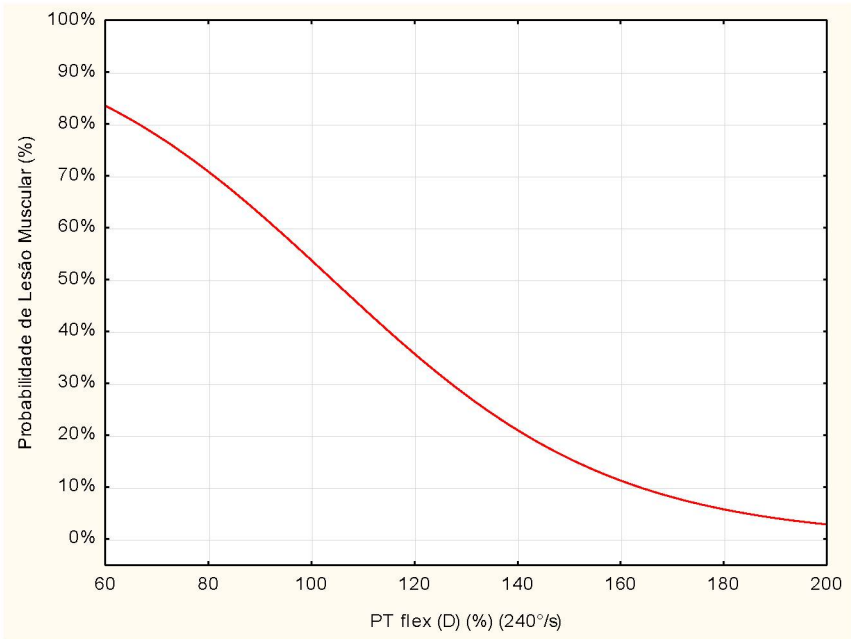


GRÁFICO 3 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR E PICO DE TORQUE FLEXOR DOMINANTE À 240°/S

FONTE: O autor (2017)

NOTA: p=0,04

O Gráfico 4 ilustra o aumento da probabilidade de lesão muscular em relação a diminuição do trabalho flexor dominante à 60°/s. Quando o trabalho flexor realizado foi de 320% a probabilidade de lesão muscular foi praticamente nula, porém quando o trabalho foi de 140% a probabilidade aumentou para aproximadamente 60%.

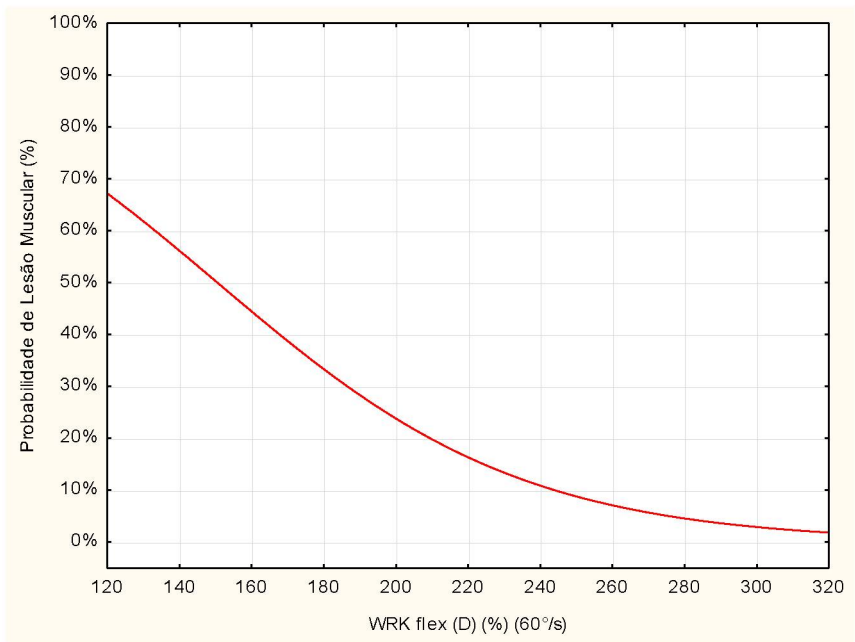


GRÁFICO 4 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR E TRABALHO FLEXOR DOMINANTE

FONTE: O autor (2017)

NOTE: p=0,02

4.5 DESEQUILIBRIOS MUSCULARES E LESÕES DOS EXTENSORES DO JOELHO

O Gráfico 5 ilustra o aumento da probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho de acordo com a diminuição do pico de torque flexor no membro dominante. Observa-se que com pico de torque flexor de 200% (N.m.kg<sup>-1</sup>) a probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho foi de 5%, com pico de torque de 140% (N.m.kg<sup>-1</sup>) a probabilidade de lesão aumentou para 32% (p < 0,01).

O Gráfico 6 ilustra o aumento da probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho de acordo com a razão I/Q no membro dominante. Observa-se que com razão I/Q de 60% a probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho foi quase nula, com razão I/Q de 45% a probabilidade de lesão aumentou para 20% (p = 0,09).



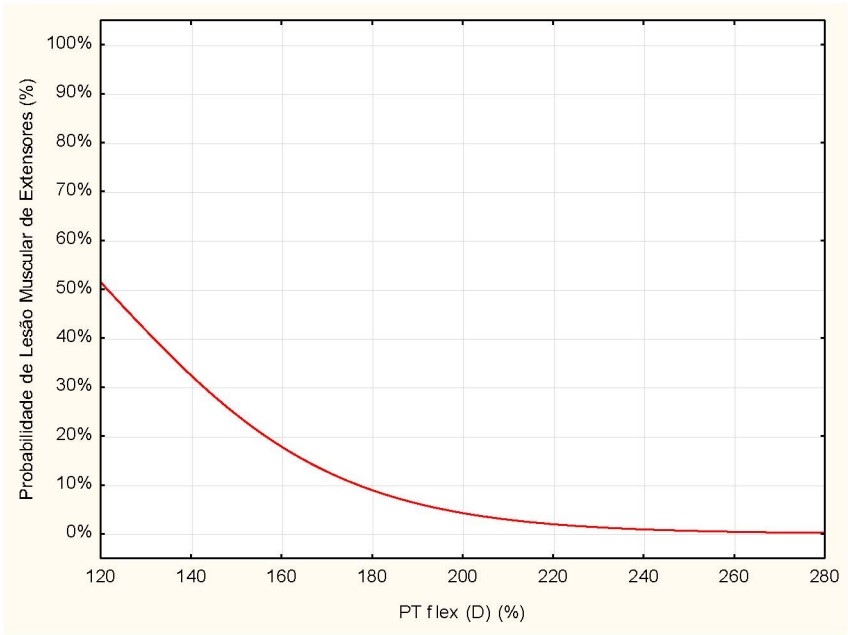


GRÁFICO 5 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR EM EXTENSORES DO JOELHO DE ACORDO COM O PICO DE TORQUE FLEXOR NO MEMBRO DOMINANTE

FONTE: O autor (2017)

O Gráfico 7 ilustra o aumento da probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho de acordo com o pico de torque excêntrico flexor do membro não dominante. Observa-se que com pico de torque de 240% (N.m.kg<sup>-1</sup>) a probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho foi quase nula, com pico de torque de 140% (N.m.kg<sup>-1</sup>) a probabilidade de lesão aumentou para 38% (p = 0,03).

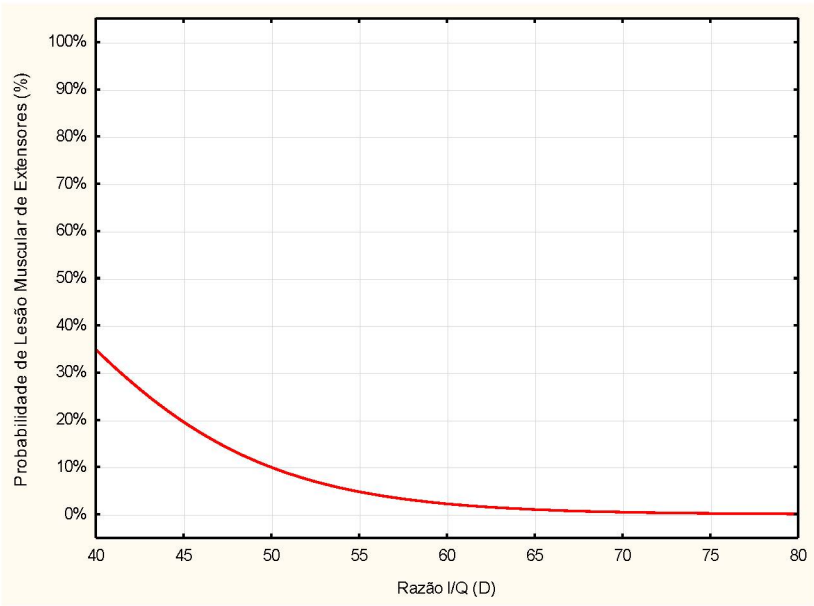


GRÁFICO 6 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR EM EXTENSORES DO JOELHO DE ACORDO COM À RAZÃO I/Q NO MEMBRO DOMINANTE

FONTE: O autor (2017)

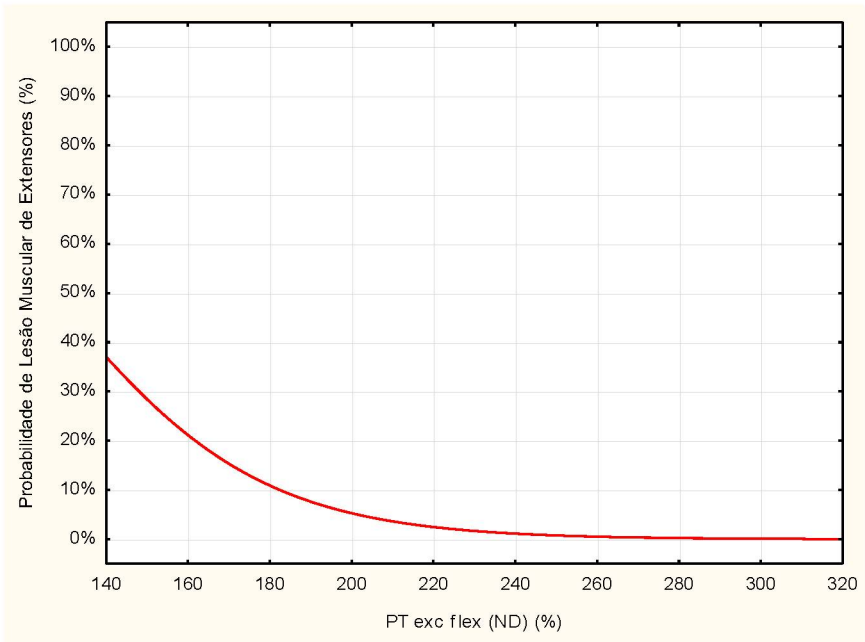


GRÁFICO 7 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR EM EXTENSORES DO JOELHO DE ACORDO COM O PICO DE TORQUE EXCÊNTRICO FLEXOR NO MEMBRO NÃO DOMINANTE

FONTE: O autor (2017)

O Gráfico 8 ilustra o aumento da probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho de acordo com a razão mista no membro não dominante. Observa-se que com razão de 0,8 a probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho foi quase nula, com razão de 1,8 a probabilidade de lesão aumentou para 56% ( $p = 0,04$ ).

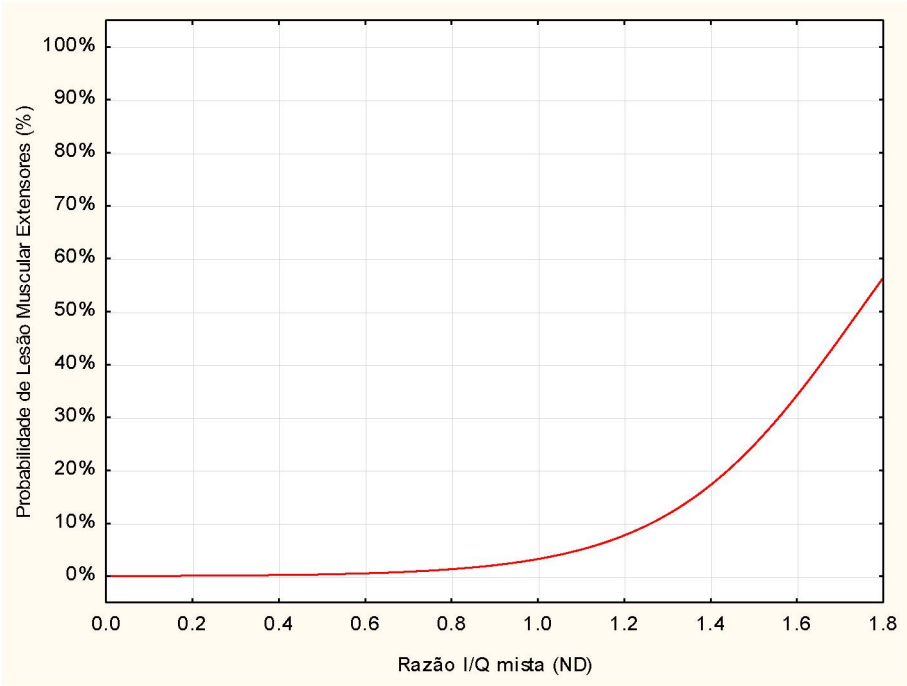


GRÁFICO 8 – PROBABILIDADE DE LESÃO MUSCULAR EM EXTENSORES DO JOELHO DE ACORDO COM A RAZÃO MISTA NO MEMBRO NÃO DOMINANTE

FONTE: O autor (2017)

## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo verificar se desequilíbrios musculares (alterações no desempenho muscular), seja entre músculos agonistas e antagonistas do joelho, seja entre membro dominante e não dominante, são agentes causais de lesões nos músculos da coxa em jogadores de futebol das categorias de base (sub-20). Além disso, o estudo caracterizou o desempenho muscular destes atletas a fim de criar dados normativos que possam ser utilizados pelos profissionais da área desportiva e principalmente do futebol.

Vários autores encontraram valores de desempenho muscular em jogadores de futebol muito próximos aos encontrados no presente estudo. Pinto e Arruda (2001) realizaram a avaliação isocinética dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol profissional e encontraram uma média de pico de torque flexor de 194,2% e de pico de torque extensor de 345,9%. Zabka *et al.* (2011) também avaliaram os músculos flexores e extensores do joelho em atletas do futebol profissional e encontraram valores próximos aos já vistos na literatura e no presente estudo, tanto para pico de torque, como para trabalho máximo e potência. Fonseca *et al.* (2007) avaliaram a *performance* muscular do quadril, joelho e tornozelo em jogadores de futebol, a fim de criar dados normativos para essa população, seus resultados para todos os parâmetros avaliados foram muito similares aos encontrados no presente estudo.

Os estudos acima citados avaliaram atletas de futebol profissional, ou seja, com média de idade superiores aos participantes do atual estudo (sub-20). Já Goulart *et al.* (2007) realizaram a avaliação isocinética da articulação do joelho em jogadores de futebol sub-20 e seus resultados foram similares aos do presente estudo em todas as variáveis avaliadas, pico de torque, trabalho, potência e razão I/Q.

Preis *et al.* (2011) avaliaram a força muscular dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol das categorias juvenil (sub-17) e júnior (sub-20) e encontraram valores de pico de torque extensor de 343,0% para membro dominante e 352,1% para membro não dominante, e pico de torque flexor no membro dominante de 198,8% e 183,5% no membro não dominante na categoria júnior. Já para a categoria juvenil os valores foram de 324,4% (dominante) e 320,8% (não dominante) para pico de torque extensor e 187,3% (dominante) e 176,2% (não dominante) para

pico de torque flexor. Além disso, os valores de trabalho máximo e potência foram próximos aos relatados pela literatura e pelo presente estudo.

Para alguns autores, a razão I/Q deve ser próxima de 60%, já outros citam que essa razão pode variar de 50% a 60% (GONÇALVES, 2000; FONSECA *et al.*, 2007; PREIS *et al.*, 2011; AYALA *et al.*, 2012; ZABKA *et al.*, 2011). Já Camarda *et al.* (2012), que avaliaram a relação entre desequilíbrio muscular e fadiga, acreditam que a relação I/Q deve ser acima de 60% para ser considerada normal.

No presente estudo os valores da razão I/Q ficaram entre 50% e 60% e esses achados foram encontrados por outros autores. Preis *et al.* (2011), que avaliaram jogadores de futebol da mesma faixa etária do presente estudo, encontraram valores de razão I/Q a 60°/s de 58,3% no membro dominante e 52,4% no membro não dominante para a categoria júnior, 58,3% no membro dominante e 55,2% no membro não dominante na categoria juvenil.

Zabka *et al.* (2011) realizaram avaliação isocinética de jogadores de futebol e encontraram valores de razão I/Q de 57,8% para o membro direito e 57,7% para o membro esquerdo. Tanto Preis *et al.* (2011) quanto Zabka *et al.* (2011) utilizaram o mesmo protocolo e mesmo aparelho isocinético (*Biodex Multi-Joint System - Pro®*) que o presente estudo. Zouita *et al.* (2007) avaliaram, através de dinamometria isocinética, a força dos flexores e extensores do joelho e a razão I/Q em três diferentes esportes; futebol, vôlei e handebol. Relataram que os futebolistas apresentaram valores da razão I/Q (60°/s) mais elevados que os outros esportes (56,8% no membro dominante e 58,6% no membro não dominante), sugerindo a adaptação muscular que cada esporte necessita devido aos diferentes gestuais esportivos.

Cheung *et al.* (2012) compararam a *performance* muscular entre esportes de campo (futebol) e de quadra (basquete e vôlei) e seus achados sugerem que atletas de quadra possuem músculos isquiotibiais mais fracos que os atletas de campo e que atletas de campo possuem razão I/Q mais elevada (63% membro dominante e 58% membro não dominante). Saragiotto *et al.* (2016) avaliaram os desequilíbrios musculares em corredores e encontraram valores de razão I/Q de 58,1% para membro dominante e 59,1% para membro não dominante. Já Benck *et al.* (2016) avaliaram ginastas jovens do sexo feminino e encontraram 51% para membro dominante e 48% para não dominante. Com isso se nota a necessidade de normalizar os parâmetros isocinéticos por esporte, pois seria mais adequado comparar dados isocinéticos de

modalidades iguais (ROSENE *et al.*, 2001; ZOUITA *et al.*, 2007; CHEUNG *et al.*, 2012).

Os dados encontrados no presente estudo indicaram que houve 10 lesões musculares da região anterior e posterior da coxa no período de 2010 e 2011, em um total de 66 avaliações (15%). Esses dados corroboram com a literatura que diz as lesões musculares correspondem de 10-55% de todas as lesões nos esportes (BARROSO; THIELE, 2011; ASTUR *et al.*, 2014). Ekstrand *et al.* (2013) em seu estudo sobre a epidemiologia das lesões musculares em jogadores profissionais de futebol encontrou uma incidência de 31% de lesões musculares, valor este acima do encontrado em nosso estudo, porém os autores avaliaram todas as lesões musculares dos membros inferiores que incluíram também adutores e panturrilha, que ficaram em segundo e quarto lugar entre as lesões mais incidentes respectivamente. Já os resultados de Junge;Dvorak (2015) em seu estudo sobre a incidência de lesões na Copa do Mundo de Futebol no Brasil 2014, corrobora com o presente estudo, onde os autores encontraram uma incidência de 17% (18 de um total de 104) de lesões musculares na coxa.

Os desequilíbrios musculares tiveram relação com lesões musculares nos flexores e extensores do joelho. Atletas com desequilíbrio da relação I/Q do membro não dominante obtiveram uma frequência de lesão 32% já àqueles sem desequilíbrio apenas 9%. Croisier *et al.* (2008), em seu estudo sobre desequilíbrios musculares e prevenção de lesão do músculo isquiotibial, avaliaram e acompanharam 462 jogadores de futebol e verificaram que atletas com algum tipo de desequilíbrio muscular tinham uma frequência de lesão de 16,5% enquanto que aqueles que não apresentaram nenhum desequilíbrio a frequência de lesão foi de 4,1%. Lehance *et al.* (2009) realizaram um estudo sobre força muscular, *performance* funcional e risco de lesão em 57 jogadores de futebol. Encontraram que 36 jogadores tinham lesões prévias em membros inferiores e destes 64% ainda tinham algum tipo de desequilíbrio muscular. Entre os jogadores não lesionados apenas 33% tinham algum desequilíbrio muscular. Kim e Hong (2011) realizaram um estudo prospectivo para avaliar a relação entre desequilíbrios na razão I/Q e incidência de lesões em jogadores de basquete e futebol da liga universitária norte americana (NCAA). Verificaram que aqueles que tinham razão I/Q abaixo de 60% se lesionaram mais quando comparados com aqueles que obtiveram índices acima de 60% na avaliação isocinética. No presente estudo também se observou que há um aumento da probabilidade de lesão dos músculos

extensores do joelho de acordo com a razão I/Q no membro dominante. Para atletas com razão I/Q de 60% a probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho foi quase nula, já aqueles com razão I/Q de 45% a probabilidade de lesão aumentou para 20%. Dauty *et al.* (2016) em seu estudo sobre a avaliação isocinética como instrumento de predição de lesões dos flexores do joelho em jogadores de futebol corrobora com o presente, já que os autores encontraram que atletas com razão I/Q convencional abaixo de 47% tem uma probabilidade de lesão de 36.9%.

O presente estudo encontrou aumento na probabilidade de lesão muscular da coxa (quadríceps ou isquiotibiais) de acordo com a diminuição do pico de torque e trabalho flexor do joelho à 60°/s e 240°/s, onde valores baixos desses parâmetros isocinéticos aumentam a probabilidade de lesão entre 50-70%. Houve também aumento da probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho de acordo com a diminuição do pico de torque flexor (concêntrico) no membro dominante, onde aqueles atletas com pico de torque menor que 140% tiveram probabilidade de lesão de 32%. Observou-se também que houve relação entre a lesão dos músculos extensores do joelho e o pico de torque excêntrico flexor do membro não dominante. Quando o pico de torque foi de 240% a probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho foi quase nula, já com pico de torque de 140% a probabilidade de lesão aumentou para 38%. Outros autores avaliaram a importância do fortalecimento dos flexores do joelho para prevenção de lesão. Monajati *et al.* (2016) realizou uma revisão sistemática sobre exercícios de prevenção para lesão do ligamento cruzado anterior e lesões de isquiotibiais e encontrou que o fortalecimento excêntrico dos isquiotibiais (flexores do joelho) é um importante componente em um programa de prevenção de lesões.

Gonçalves (2000) estudou desequilíbrios musculares e incidência de lesões em jogadores de futebol de Portugal, porém não encontrou relação entre a razão I/Q e o aparecimento de lesões no joelho, em quadríceps ou isquiotibiais. Ele sugeriu que como os atletas por ele avaliados obtiveram razão I/Q entre os 50% e 60% considerados normais, essa seria a explicação para o não aparecimento de lesões nesses atletas.

Diversos autores sugerem que diferenças entre o membro dominante e não dominante, ou entre direito e esquerdo, acima de 10% seriam fator de risco para lesões, alguns citam como limite 15% de déficit (GONÇALVES, 2000; FONSECA *et al.*, 2007; PREIS *et al.*, 2011; CARVALHO; CABRI, 2007; PINTO; ARRUDA, 2001;

MAGALHÃES *et al.*, 2001). Gonçalves (2000) avaliou por meio de dinamometria isocinética, 44 jogadores de futebol e observou que aqueles atletas com diferenças bilaterais (entre membro dominante e não dominante) acima de 10%, apresentaram maior incidência de lesões no joelho e nos isquiotibiais durante a temporada avaliada. Dauty *et al.* (2016) relatou em seu estudo com jogadores de futebol profissional que atletas com diferenças entre os músculos posteriores da coxa (isquiotibiais) acima de 15% ( $<0,85$ ) tinham uma probabilidade de 34% de lesão muscular dos mesmos. Benck *et al.* (2016) avaliaram o desequilíbrio muscular em jovens ginastas do sexo feminino e encontraram que 25% das atletas tinham diferenças acima de 10% entre quadríceps dominante e não dominante e que 30% tinham diferenças entre os isquiotibiais. No presente estudo, não houve correlação entre as lesões dos músculos da coxa com as alterações no desempenho muscular entre os membros dominante e não dominante.

Atualmente a razão mista ou funcional, que é a razão onde se avalia o músculo agonista no modo concêntrico e o antagonista no modo excêntrico, é sugerida como a melhor forma de avaliar a função de uma articulação (WU *et al.*, 1997; AAGARD *et al.*, 1998; CROISIER *et al.*, 2008; LEHANCE *et al.*, 2009; CHEUNG *et al.*, 2012). Aagard *et al.* (1998) sugeriram que além da razão I/Q convencional a razão I/Q mista também deve ser mensurada em uma avaliação isocinética. Estes autores, após avaliarem a articulação do joelho em diferentes velocidades e angulações, encontraram valor absoluto para razão I/Q funcional igual ou maior que 1,0 como sendo o adequado para esta articulação. Wu *et al.* (1997) sugeriram, em seu estudo sobre avaliação muscular concêntrica e excêntrica dos músculos flexores e extensores do joelho, que a razão I/Q mista ideal seria acima de 0,89 ou 89%. Croisier *et al.* (2008), em seu estudo sobre desequilíbrios musculares e prevenção de lesões em jogadores de futebol, observaram que aqueles que obtiveram valor absoluto de razão I/Q mista maior que 1,4 não apresentaram lesões na musculatura avaliada (isquiotibial) durante o acompanhamento. Já Lehance *et al.* (2009) consideraram que a razão I/Q funcional normal é aquela acima de 80% (0,8). Dauty *et al.* (2016) relatou em seu estudo que os atletas com valor de razão I/Q funcional abaixo de 0,8 tem probabilidade de lesão de 40,1%. Esses achados são diferentes, em parte, aos encontrados no atual estudo, onde se observou que em atletas com valores de razão I/Q mista no membro não dominante de 1,0 a probabilidade de lesão dos músculos extensores do joelho foi praticamente nula, porém à medida que houve um aumento da razão, a probabilidade de lesão aumentou chegando a 56% com 1,8



de razão I/Q mista. Possivelmente essas diferenças são devido ao fato de que a razão I/Q mista não foi tão estudada e avaliada como a razão I/Q convencional, ou seja, ainda há necessidade de encontrar o valor ou valores normalizados para essa variável de extrema importância.

Entre as limitações do presente estudo está a utilização de apenas um clube de futebol para a amostra, sugere-se para futuros estudos a participação de todas as equipes do Paraná. O presente estudo avaliou somente a relação entre desequilíbrios musculares e lesões dos músculos quadríceps e isquiotibiais, sabe-se que os desequilíbrios musculares também estão associados a lesões articulares e tendíneas, por isso para futuros estudos sugere-se a inclusão destas lesões.

## 6 CONCLUSÃO

- 1) As alterações no desempenho muscular ou desequilíbrios musculares nos músculos flexores e extensores do joelho estiveram associadas à lesões nos músculos dos atletas estudados
- 2) Observou-se maior probabilidade de lesão muscular na coxa com: pico de torque flexor concêntrico do joelho abaixo de 280%, pico de torque flexor concêntrico do joelho à 240°/s abaixo de 200% e trabalho flexor do joelho abaixo de 320%
- 3) Observou-se maior probabilidade de lesão muscular nos extensores do joelho com: pico de torque flexor concêntrico do joelho abaixo de 200%, pico de torque flexor excêntrico do joelho abaixo de 240%, razão I/Q convencional abaixo de 60% e razão I/Q mista acima de 0,8
- 4) Este estudo fornece dados normativos de pico de torque, trabalho, potencia dos flexores e extensores do joelho e razão I/Q convencional e funcional para atletas de futebol sub-20

## 7 REFERÊNCIAS

AAGARD, P.; SIMONSEN, E. B.; MAGNUSSON, P. *et al.* A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 26, n.2, p. 231-237, 1998.

ABRAHÃO, G. S; CAIXETA, L. F; BARBOSA, L. R. *et al.* Incidência das lesões ortopédicas por segmento anatômico associado à avaliação da frequência e intensidade da dor em uma equipe de futebol amador. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 3, n. 2, p. 152-158, 2009.

AGEL, J.; EVANS, T. A.; DICK, R. *et al.* Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries: national collegiate athletic association injury surveillance system, 1988-1989 through 2002-2003. **Journal of Athletic Training**, v. 42, n. 2, p.270-277, 2007.

ARENA, S. S.; CARAZZATO, J. G. A relação entre o acompanhamento médico e a incidência de lesões esportivas em atletas jovens de São Paulo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 4, p.217-221, 2007.

ASSIS, M. M. V.; GOMES, M. I.; CARVALHO, E. M. S. Avaliação isocinética de quadríceps e isquiotibiais nos atletas de jiu-jitsu. **RBPS**, v. 18, n. 2, p. 85-89, 2005.

ASTUR, D. C.; NOVARETTIR, J. V.; UEHBE, R. K.; ARLIANI, G. G.; MORAES, E. R.; POCHINI, A. C.; EJNISMAN, B.; COHEN, M. Lesão muscular: perspectivas e tendências atuais no Brasil. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 49, n. 6, p.537-580, 2014.

AYALA, F.; CROIX, M. D. S.; BARANDA, P. S. *et al.* Absolute reliability of hamstring to quadriceps strength imbalance ratios calculated using peak torque, joint angle-specific torque and joint ROM-specific torque values. **Int J Sports Med**, 2012.

BARROSO, G. C.; THIELE, E. S. Lesão muscular nos atletas. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 46, n. 4, p.354-358, 2011.

BENCK, B. T.; DAVID, A. C.; CARMO, J. C. Déficits no equilíbrio muscular em atletas jovens de ginástica feminina. **Revista Brasileira de Ciencias do Esporte**, 2016.

BITTENCOURT, N. F. N.; AMARAL, G. M.; ANJOS, M. T. S. *et al.* Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infanto e juvenil de voleibol masculino. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 6, p. 331-336, 2005.

CAMARDA, S. R. A.; DENADAI, B. S. Does muscle imbalance affect fatigue after soccer specific intermitente protocol? **Jornal of Science and Medicine in Sport**, v. 15, p.355-360, 2012.

CARVALHO, F. E.; JÚNIOR, L. M. O. S.; GALERA, B. Incidência de lesões em jogadores de futebol de campo na categoria de formação em um clube de Curitiba. **Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2009.

CARVALHO, P. CABRI, J. Avaliação isocinética da força dos músculos da coxa em futebolistas. **Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto**, v. 1, n. 2, p. 4-13, 2007.

CHEUNG, R. T. H.; SMITH, A. W.; WONG, D. P. H:Q ratios and bilateral leg strength in college Field and court Sport players. **Journal of Human Kinetics**, v. 33, p. 63-71, 2012.

COHEN, M.; ABDALLA, R. J.; EJNISMAN, B. *et al.* Lesões ortopédicas no futebol. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 32, n. 12, p. 940-944, 1997.

CROISIER, J.; GANTEAUME, S.; BINET, J. *et al.* Strength imbalances and prevention on hamstring injury in Professional soccer players: a prospective study. **American Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 8, p. 1469-1472, 2008.

DAUTY, M; MENU, P; FOUASSON-CHAILLOUX, A; FERREOL, S; DUBOIS, C. Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. **Muscle, Ligaments and Tendons Journal**, v.6, n.1, p. 116-123, 2016

DIAZ, J. F. J. Lesiones musculares em el deporte. **Revista Internacional de Ciencias del Deporte**, v. 2, n. 3, p. 55-67, 2006.

EKSTRAND, J; HAGGLUND, M; WALDEN, M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). **American Journal of Sports Medicine**, v.39, n 6, p. 1226-1232, 2013.

EMERY, C. A.; TYREMAN, H. Sport participation, Sport injury, risk factors and Sport safety in Calgary and área júnior high schools. **Paediatr Child Health**, v. 14, n. 7, p.439-444, 2009.

FERNANDES, T. L.; PEDRINELLI, A.; HERNANDEZ A. J. Lesão muscular – fisiopatologia, diagnóstico, tratamento e apresentação clínica. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 46, n. 3, p. 247-255, 2011.

FERRARI, R. J.; PICCHI, L. D.; BOTELHO, A. P. *et al.* Processo de regeneração na lesão muscular: uma revisão. **Fisioterapia em Movimento**, v. 18, n. 2, p. 63-71, 2005.

FONSECA, S. T.; OCARINO, J. M.; DA SILVA, P. L. P. *et al.* Caracterização da desempenho muscular em atletas profissionais de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n.3, p. 143-147, 2007.

GALL, F. L.; LAURENT, T.; ROCHCONGAR, P. Évolution de la force musculaire des fléchisseurs et extenseurs du genou mesurée par dynamometer isocinétique concentrique chez le footballeur de haut niveau. **Science & Sports**, n.14, p. 167-172, 1999.

GIZA, E.; MITHOFER, K. FARREL, L. *et al.* Injuries in women's professional soccer. **Br J Sports Med**, v. 39, p. 212-216, 2005.

GONÇALVES, J. P. P. Lesões no futebol: os desequilíbrios musculares no aparecimento das lesões. 89 folhas. Dissertação de mestrado em Treino de Alto Rendimento. Faculdade de Ciências do Porto e de Educação Física, Universidade do Porto, 2000.

GOULART, L. F.; DIAS, R. M. R.; ALTIMARI, L. R. Força isocinética de jogadores de futebol categoria sub-20: comparação entre diferentes posições. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 9, n. 2, p. 165-169, 2007.

GOULART, L. F.; DIAS, R. M. R.; ALTIMARI, L. R. Variação do equilíbrio muscular durante uma temporada em jogadores de futebol categoria sub-20. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n.1, p. 17-21, 2008.

JUNGE, A.; DVORAK, J. Football injuries during the 2014 FIFA World Cup. **Br J Sports Med**, v.49, p. 599-602, 2015.

JUNGE, A.; DVORAK, J.; GRAF-BAUMANN, T. *et al.* Football injuries during FIFA tournaments and the Olympic Games, 1998-2001. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 21, n.1, p.80-89, 2004.

KIM, D; HONG, J. Hamstring to quadriceps strength ratio and noncontact leg injuries: A prospective study during one season. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 19, p.1-6, 2011.

LEHANCE, C.; BINET, J.; BURY, T.; CROISIER, J. L. Muscular strength, functional desempenhos and injury risk in professional and júnior elite soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 19, p.243-251, 2009.

MAGALHÃES, J.; OLIVEIRA, J.; ASCENSÃO, A. *et al.* Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. **Revista Portuguesa de Ciencias do Desporto**, v. 1, n. 2, p. 13-21, 2001.

MASUDA, K.; KIKUHARA, N.; TAKAHASHI, H. *et al.* The relationship between muscle cross-sectional área and strength in various isokinetic movements among soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 21, 2003.

MONAJATI, A; LARUMBE-ZABALA, E; GOSS-SAMPSON, M; NACLERIO, F. The effectiveness of injury prevention programs to modify risk factors for non-contact anterior cruciate ligament and hamstrings injuries in uninjured team sports athletes: a systematic review. **PLoS ONE**, v.11, n.5, 2016.

PALACIO, E. P; CANDELORO, B. M; LOPES A. A. Lesões nos jogadores de futebol profissional do Marília Atlético Clube: Estudo de coorte histórico do campeonato brasileiro de 2003 a 2005. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n.1, p.31-35, 2009.

PINTO, S. S.; ARRUDA, C. A. Avaliação isocinética de flexores e extensores de joelho em atletas de futebol profissional. **Fisioterapia em Movimento**, v. 8, n. 2, 37-42, 2001.

POLLOCK, N.; JAMES, S. L. J.; LEE, J. C.; CHAKRAVERTY, R. British athletics muscle injury classification: a new grading system. **Br J Sports Med**, v. 48, p.1347-1351, 2014.

PREIS, C; THIELE, E.; SUASSUNA, R. F.; HERNANDEZ, S. *et al.* Avaliação da força muscular dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Medicina edição Ortopedia**, v. 68, p. 11-16, 2011.

RIBEIRO, R. N.; VILAÇA, F.; OLIVEIRA, H. U. *et al.* Prevalência de lesões no futebol em atletas jovens: estudo comparativo entre diferentes categorias. **Revista Brasileira de Educação Física Esp.** v. 21, n.3, p. 189-194, 2007.

ROSENE, J. M.; FOGARTY, T. D.; MAHAFFEY, B. L. Isokinetic hamstrings: quadriceps ratios in intercollegiate athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 36, n. 4, p. 378-383, 2001.

SARAGIOTTO, B. T.; YAMATO, T. P.; COSIALLS, A. M. H.; LOPES, A. D. Desequilíbrio muscular dos flexores e extensores do joelho associado ao surgimento de lesão musculoesquelética relacionada à corrida: um estudo de coorte prospectivo. **Revista Brasileira de Ciencias do Esporte**, v. 38, n. 1, p.64-68, 2016.

SILVA, A. A.; DÓRIA, D. D.; MORAIS, G. A. *et al.* Fisioterapia esportiva: prevenção e reabilitação de lesões esportivas em atletas do América Futebol Clube. Anais do 8º Encontro de Extensão da UFMG, Belo Horizonte, 2005.

SILVA, D. A.; ALMEIDA, R. E.; SILVA, T. D. O. *et al.* Incidência de lesões no futebol profissional no Brasil. XI encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, Universidade do Vale do Paraíba, 2007.

SIMÕES, N. V. N. Lesões esportivas em praticantes de atividades físicas: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 9, n. 2, p. 123-128, 2005.

TERRERI, A. S. A. P.; GREVE, J. M. D.; AMATUZZI, M. M. Avaliação isocinética do joelho do atleta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 7, n. 5, p. 170-174, 2001.

WONG, P.; HONG, Y. Soccer injury in the lower extremities. **Br Journal Sports Med**, v. 39, p. 473-482, 2005.

WU, Y.; LI, R. C. T.; MAFFULLI, N. *et al.* Relationship between isokinetic concentric and eccentric contraction modes in the knee flexor and extensor muscle groups. **JOSPT**, v. 26, n. 3, p. 143-149, 1997.

ZABKA, F. F.; VALENTE, H.G.; PACHECO, A. M. Avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores de joelho em jogadores de futebol profissional. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte**, v. 17, n. 3, p. 189-192, 2011.

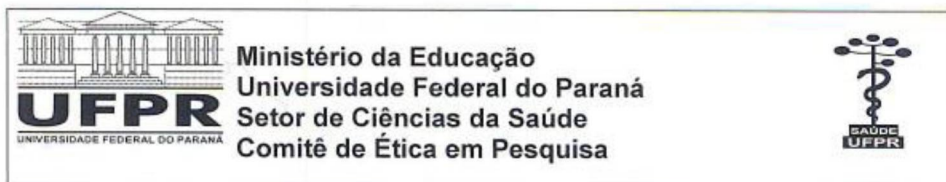
ZANUTO, E. A. C.; HARADA, H.; FILHO, L. R. A. G. Analise epidemiológica de lesões e perfil físico de atletas do futebol amador na região oeste paulista. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 3, p. 116-120, 2010.

ZOUITA, A.; DZIRI, C.; BEM SALAH, F. Z. *et al.* Comparaison de la force musculaire isocinetique et Du ratio ischiojambiers/quadriceps entre dês sportifs tunisiens. **Science & Sports**, v. 22, p.196-200, 2007.



**ANEXOS**

**ANEXO 1 – TERMO DE APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
EM SERES HUMANOS DO SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**



Curitiba, 20 de julho de 2011

Ilmo (a) Sr. (a)  
**Rafael Figueiredo Suassuna**  
**Edilson Schwansee Thiele**

**Nesta**

Prezados Pesquisadores,

Comunicamos que o Projeto de Pesquisa intitulado “**Desequilíbrios musculares e incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol**” está de acordo com as normas éticas estabelecidas pela Resolução CNS 196/96, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR, em reunião realizada no dia 29 de junho de 2011 e apresentou pendência(s). Pendência(s) apresentada(s), documento(s) analisado(s) e projeto aprovado em 20 de julho de 2011.

Registro **CEP/SD**: 1142.067.11.06

**CAAE**: 0142.0.208.091-11

Conforme a Resolução CNS 196/96, solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos.

**Data para entrega do 1º relatório parcial: 20/01/2012.**

Atenciosamente

**Profª. Drª. Ida Cristina Gubert**  
Vice Coordenadora do Comitê de Ética em  
Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde

Comitê de Ética em Pesquisa  
Setor de Ciências da Saúde/UFPR  
Rua Padre Camargo, 280 - 2º Andar  
CEP: 80060-240 - Curitiba - PR

**APÊNDICES**

**APENDICE 1 – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO ATLETA**

1 – Nome:\_\_\_\_\_

2 – Data de nascimento:\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_      3 – Idade:\_\_\_\_\_

4 – Naturalidade:\_\_\_\_\_

5 – Peso (Kg):\_\_\_\_\_

6 – Altura (cm):\_\_\_\_\_

7 – IMC (%):\_\_\_\_\_

8 – Categoria:\_\_\_\_\_

9 – Posição em que joga:\_\_\_\_\_

10 – Dominancia (perna que chuta):\_\_\_\_\_

11 – Cirurgias Prévias: Sim ( )    Não ( )      Se sim quais?\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

12 – Apresenta alguma dor no momento atual?\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13 – Avaliações completas: Sim ( )      Não ( )

14 – Observações:\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Atleta ou Responsável

## APÊNDICE 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_,

atleta do Clube Atlético Paranaense, concordo participar do estudo denominado "Desequilíbrios musculares e incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol", cujos objetivos e justificativas são: Avaliar a performance muscular dos flexores e extensores do joelho e a incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol, pois com esses dados pode-se atuar de forma direcionada, afim de se evitar as lesões musculoesqueléticas causadas pelos desequilíbrios da musculatura do joelho.

A minha participação no referido estudo será no sentido de realizar a avaliação da força muscular por meio da dinamometria isocinética (aparelho utilizado para avaliar a força muscular, em que o atleta se posiciona sentado e realiza os movimentos de "esticar" e "dobrar" os joelhos, um de cada vez, com a máxima força possível) e com isso ceder os dados para realização do estudo.

Primeiro eu realizarei um teste (3 repetições sub-máximas) para que eu me familiarize com a máquina. A primeira velocidade da avaliação é mais devagar, e por isso mais pesada depois eu farei força máxima para "dobrar e esticar" o joelho 3 vezes (60°/s). Depois disso haverá um descanso de 1 minuto e então realizarei o mesmo procedimento (teste e força máxima), só que agora com uma velocidade mais rápida e por isso mais leve, nessa série serão 5 repetições (300°/s). Após isso farei o teste excentrico em que eu irei fazer uma força de resistencia à máquina, também será feito o teste e a força máxima, serão 3 repetições (30°/s). Tudo será feito primeiro na minha perna de chute (dominante) e depois na outra (não dominante). Todo a avaliação irá durar 20 minutos.

Eu fui alertado de que, da pesquisa a se realizar, pode-se esperar alguns benefícios, tais como: saber como está a força muscular dos flexores e extensores do joelho e com isso possivelmente ajudar na melhora do meu rendimento durante a temporada.

Aprovado pelo Comitê de Ética  
em Pesquisa do Setor de Ciências  
da Saúde/UFPR.

Em, 20 / 07 / 2011

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Orientador

Rubrica do Atleta

Eu recebi todos os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização. Assim, pode-se apresentar dores musculares no período após a realização da avaliação.

Eu estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo. Eu fui informado também pelos pesquisadores que se houver a necessidade da utilização de imagens, não será mostrado o meu rosto, para assim manter o sigilo da minha identidade, e para tanto eu autorizo que os pesquisadores as utilizem.

Também fui informado de que eu posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são os fisioterapeutas Rafael Figueiredo Suassuna e o seu orientador o médico Dr. Edilson Thiele, e com eles poderei manter contato pelos telefones: 2105-5500 ou 9631-9553.

É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, eu manifesto o meu consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, pela minha participação. Toda a estrutura necessária para o estudo estará disponível no Centro de Treinamento do Clube Atlético Paranaense, que oferece aos seus atletas todas as avaliações durante a temporada, exames e tratamentos sem custos aos mesmos.

Aprovado pelo Comitê de Ética  
em Pesquisa do Setor de Ciências  
da Saúde/UFPR.

Em, 20 / 07 / 2011

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Orientador

Rubrica do Atleta



No entanto, caso eu tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento na forma seguinte: depósito bancário ou em dinheiro. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, eu serei devidamente indenizado, pelos responsáveis pelo estudo, conforme determina a lei.

---

Rafael Figueiredo Suassuna  
Pesquisador

---

Edilson Schwansee Thiele  
Orientador

---

Atleta

Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR

Telefone: (41) 3360-7259 e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Aprovado pelo Comitê de Ética  
em Pesquisa do Setor de Ciências  
da Saúde/UFPR.

Em, 20 / 07 / 2011

## APÊNDICE 3 – TERMO DE ASSENTIMENTO

### TERMO DE ASSENTIMENTO

Meu nome é Rafael Figueiredo Suassuna e o meu trabalho é verificar se os desequilíbrios musculares são causas de lesões em jogadores de futebol. Aachamos que os atletas que não tem força muscular adequada se lesionam mais e com este estudo podemos resolver esse questionamento. Eu vou informar você e convidá-lo para esta pesquisa. Você pode escolher se quer participar ou não. Discutimos essa pesquisa com seu responsável e ele sabe que também estamos pedindo seu acordo. Se você participar da pesquisa, seu responsável também terá que concordar. Mas se você não desejar fazer parte da pesquisa, não é obrigado, até mesmo se seu responsável concordar.

Você pode discutir qualquer coisa deste formulário com seus pais, amigos ou qualquer um com quem você se sentir a vontade de conversar. Você pode decidir se quer participar ou não depois de ter conversado sobre a pesquisa e não é preciso decidir imediatamente. Pode haver algumas palavras que não entenda ou coisas que você quer que eu explique mais detalhadamente porque você ficou mais interessado ou preocupado. Por favor, peça que pare qualquer momento e eu explicarei.

Queremos saber se os jogadores de futebol da sua idade com desequilíbrios nos músculos da coxa, são mais propensos a se lesionar, então nessa pesquisa vamos medir a sua força e acompanhar toda a sua temporada de treinos e campeonatos.

Nesta pesquisa iremos avaliar a força muscular de jogadores de futebol da sua categoria, sub-17 (juvenil) e sub-20 (júnior), para que depois possamos comparar os dados entre as 2 categorias.

Você não precisa participar desta pesquisa se não quiser. É você quem decide. Se decidir não participar da pesquisa, é seu direito e nada mudará em relação a sua participação nos treinos e campeonatos. Mesmo assim, este serviço de saúde está disponível para você. Até mesmo se disser "sim" agora, poderá mudar de idéia depois, sem nenhum problema.

Nós iremos avaliar a força muscular dos músculos da sua coxa e todas as etapas ocorrerão da seguinte forma:

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Orientador

Rubrica do Responsável

Rubrica do Atleta

Aprovado pelo Comitê de Ética  
em Pesquisa do Setor de Ciências  
da Saúde/UFPR.

Em, 20 / 07 / 2011



- 1 – Você irá preencher seus dados em um folha dada por nós pesquisadores, onde estará, seu nome, idade, altura, peso e categoria.
- 2 – Depois fará um aquecimento de 5 minutos na bicicleta ergométrica para que os seus músculos estejam preparados para o teste
- 3 – Após isso você irá para um aparelho que se chama dinamômetro isocinético, que consiste em uma cadeira, com uma alavanca ligada a um motor e um computador, nela colocaremos algumas cintas de segurança para que outros músculos não atrapalhem o teste e também fixaremos a alavanca à sua perna.
- 4 – Você terá que fazer força para “esticar” e “dobrar” o joelho e o aparelho irá resistir esses movimentos. O avaliador irá incentivar você durante o teste de forma verbal.
- 5 – Você fará 3 repetições em uma velocidade mais lenta, portanto mais pesada, depois 5 repetições em uma mais rápida e por fim de novo 3 repetições em uma mais lenta. Antes de todos esses exercícios você fará um treino para se familiarizar com a máquina.

Esse teste é seguro e apenas algum desconforto muscular pode ocorrer nos dias seguintes à avaliação. Se algo além disso ocorrer você pode falar conosco, com seus pais, seus amigos ou responsável.

Um benefício para você com a pesquisa é saber como está sua força muscular e a partir disso conversar com seu preparador físico e melhorá-la para assim potencializar seu desempenho.

Não falaremos para outras pessoas que você está nesta pesquisa e também não compartilharemos informação sobre você para qualquer um que não trabalha na pesquisa. As informações sobre você serão coletadas na pesquisa e ninguém, exceto os investigadores poderão ter acesso a elas. Qualquer informação sobre você terá um número ao invés de seu nome. Só os investigadores saberão qual é o seu número e manteremos em sigilo. Ela não será compartilhada com quem quer que seja exceto, alguém que tenha permissão de acesso à informação. Você está sendo informado também pelos pesquisadores que se houver a necessidade da utilização de imagens, não será mostrado o seu rosto, para assim manter o sigilo da sua identidade, e para tanto você autoriza que os pesquisadores as utilizem.

Aprovado pelo Comitê de Ética  
em Pesquisa do Setor de Ciências  
da Saúde/UFPR.

Em, 20 / 07 / 2011

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Orientador

Rubrica do Responsável

Rubrica do Atleta

Quando terminarmos a pesquisa, todos os resultados obtidos serão passados a você e ao seu responsável. Depois iremos falar com mais pessoas interessadas no nosso trabalho para que ele seja útil a mais pessoas que estudem o mesmo assunto.

Você não tem que estar nesta pesquisa. Ninguém estará furioso ou desapontado com você se você disser não, a escolha é sua. Você pode pensar nisto e falar depois de você quiser. Você pode dizer "sim" agora e mudar de idéia depois e tudo continuará bem.

Você pode me perguntar agora ou depois sobre qualquer assunto relacionado a pesquisa. Sempre que necessitar você pode me achar nos seguintes telefones: 9631-9553 ou 2105-5500. Se você quiser falar com outra pessoa tal como seus pais, amigos ou responsável, não tem problema.

Eu entendi que a pesquisa é sobre desequilíbrios musculares e incidência de lesões em jogadores de futebol da minha idade. Eu entendi que realizarei teste de força muscular e depois serei acompanhado por toda a temporada.

---

Assinatura do atleta

---

Assinatura do responsável

---

Rafael Figueiredo Suassuna  
Pesquisador

---

Edilson Schwansee Thiele  
Orientador

Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR

Telefone: (41) 3360-7259 e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Aprovado pelo Comitê de Ética  
em Pesquisa do Setor de Ciências  
da Saúde/UFPR.

em 20/07/2011

## **PRODUÇÃO ACADÊMICA**

### **AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR DOS FLEXORES E EXTENSORES DO JOELHO EM JOGADORES DE FUTEBOL**

Cassio Preis, Edilson Thiele, Rafael F. Suassuna, Sara Hernandez

**Revista Brasileira de Medicina – Especial Ortopedia, 2011; 68; p11-16**

[http://www.moreirair.com.br/revistas.asp?fase=r002&id\\_edicao=609](http://www.moreirair.com.br/revistas.asp?fase=r002&id_edicao=609)

## ARTIGO PARA SER SUBMETIDO

Revista Brasileira de Medicina do Esporte (RBME)

*Desequilíbrios musculares e incidência de lesões em jogadores de futebol**Resumo*

O futebol é um dos esportes mais populares do mundo e tem como uma de suas características elevada porcentagem de lesões, sendo a maioria em membros inferiores. O objetivo deste estudo foi verificar se existe associação entre desequilíbrios musculares (flexores e extensores do joelho) e lesões musculares em atletas de futebol das categorias juvenil e júnior. Os atletas realizaram uma avaliação isocinética pré-temporada e posteriormente foi feito um acompanhamento das lesões durante toda a temporada. Participaram do estudo 24 atletas do Clube Atlético Paranaense nas temporadas de 2010 e 2011. Na temporada de 2010 foram avaliados 11 atletas da categoria juvenil e 13 da categoria júnior e a média de idade foi de  $16,1 \pm 0,7$  na categoria juvenil e de  $17,1 \pm 0,9$  na categoria júnior; de peso foi de  $76,1 \pm 9,0$  e  $71,4 \pm 8,5$ ; altura de  $180,9 \pm 7,4$  e  $176,8 \pm 5,4$ , respectivamente. Em 2011 participaram do estudo 42 atletas (juvenil  $n=12$  e júnior  $n=30$ ). A média de idade foi de  $16,6 \pm 0,5$  na categoria juvenil e de  $18,5 \pm 0,8$  na categoria júnior; de peso foi de  $73,7 \pm 7,0$  e  $74,9 \pm 9,0$ ; de altura de  $182,6 \pm 7,0$  e  $178,5 \pm 7,4$ , respectivamente. Houve aumento na probabilidade de lesão dos extensores do joelho em atletas com pico de torque flexor no membro dominante baixo (140%), razão I/Q no membro dominante de 45%, pico de torque flexor excêntrico no membro não dominante baixo (140%) e razão I/Q mista no membro não dominante de 1,8. Concluiu-se que alguns desequilíbrios musculares podem aumentar o risco de lesões em jogadores de futebol.

Palavras-Chave: Isocinético, desequilíbrios musculares, futebol, lesões.

*Muscle imbalances and incidence of injuries in football players**Abstract*

Soccer is one of the most popular sports in the world and has one of its features a high percentage of injuries, the majority in the lower limbs. The aim of this study was to verify whether a relationship exists between muscle imbalances (flexors and extensors of the knee) and muscle injuries incidence in junior and youth soccer players at 2010 and 2011 season. All athletes performed a preseason isokinetic evaluation than the injuries of all season were monitored. At season 2010, 24 athletes participated of the study (junior  $n = 11$  e youth  $n = 13$ ). The mean age was  $16,1 \pm 0,7$  in junior's players and  $17,1 \pm 0,9$  in youth, weight of  $76,1 \pm 9,0$  and  $71,4 \pm 8,5$ , height of  $180,9 \pm 7,4$  and  $176,8 \pm 5,4$ , of each group evaluated. At season 2011, 42 athletes participated of the study (junior  $n = 12$  and youth  $n = 30$ ). The mean age was  $16,6 \pm 0,5$  in junior's players and  $18,5 \pm 0,8$  in youth, weight of  $73,7 \pm 7,0$  and  $74,9 \pm 9,0$ , height of  $182,6 \pm 7,0$  and  $178,5 \pm 7,4$  of each group evaluated. There was an increase of extensor of knee injury probability in athletes: with low flexor peak of torque in dominant leg (140%), H/Q ratio

in dominant leg of 45%, low eccentric peak of torque in non-dominant leg (140%), functional H/Q ratio in non-dominant leg of 1,8. Some muscular imbalances may increase the injury risk in youth soccer players.

Key-words: Isokinetic, muscle imbalance, soccer, injuries.

### *Desequilibrios lesiones musculares y incidencia en futbolistas*

#### *Resumen*

El fútbol es uno de los deportes más populares en el mundo y tiene como una de sus características un alto porcentaje de lesiones, sobre todo en los miembros inferiores. El objetivo deste estudo fue checar si existe una relación entre los desequilibrios musculares (flexores y extensores de la rodilla) y la incidencia de lesiones musculares en jugadores de fútbol de la juventud y categorías inferiores del club de fútbol brasileño, serie A, en la temporada 2010 y 2011. Los atletas realizaron una evaluación isocinética pretemporada y más tarde se hizo un seguimiento de las lesiones durante toda la temporada. En la temporada 2010 fueron evaluados 11 atletas jóvenes y 13 del primer ciclo y la edad media fue de  $16,1 \pm 0,7$  en los jóvenes y de  $17,1 \pm 0,9$  en primer ciclo; el peso fue de  $76,1 \pm 9,0$  y  $71,4 \pm 8,5$ ; altura de  $180,9 \pm 7,4$  y  $176,8 \pm 5,4$ , respectivamente. En 2011 participaron en el estudio 42 atletas ( $n = 12$  jóvenes y primer ciclo  $n = 30$ ). La edad media fue de  $16,6 \pm 0,5$  en los jóvenes y de  $18,5 \pm 0,8$  en el primer ciclo; el peso fue de  $73,7 \pm 7,0$  y  $74,9 \pm 9,0$ ; de altura de  $182,6 \pm 7,0$  y  $178,5 \pm 7,4$ , respectivamente. Hubo un aumento en la probabilidad de daño a los extensores de la rodilla en atletas: con bajo pico máximo de los flexores de la extremidad dominante (140%), razón I/Q en el miembro dominante del 45%, bajo pico maximo del flexor excéntrica en la extremidad no dominante (140 %), razón I/Q funcional en la extremidad no dominante de 1.8. Se llegó a la conclusión que algunos desequilibrios musculares pueden aumentar el riesgo de lesiones en jugadores de fútbol.

Palavras-clave: Isocinetic, desequilíbrio muscular, futebol, lesiones.